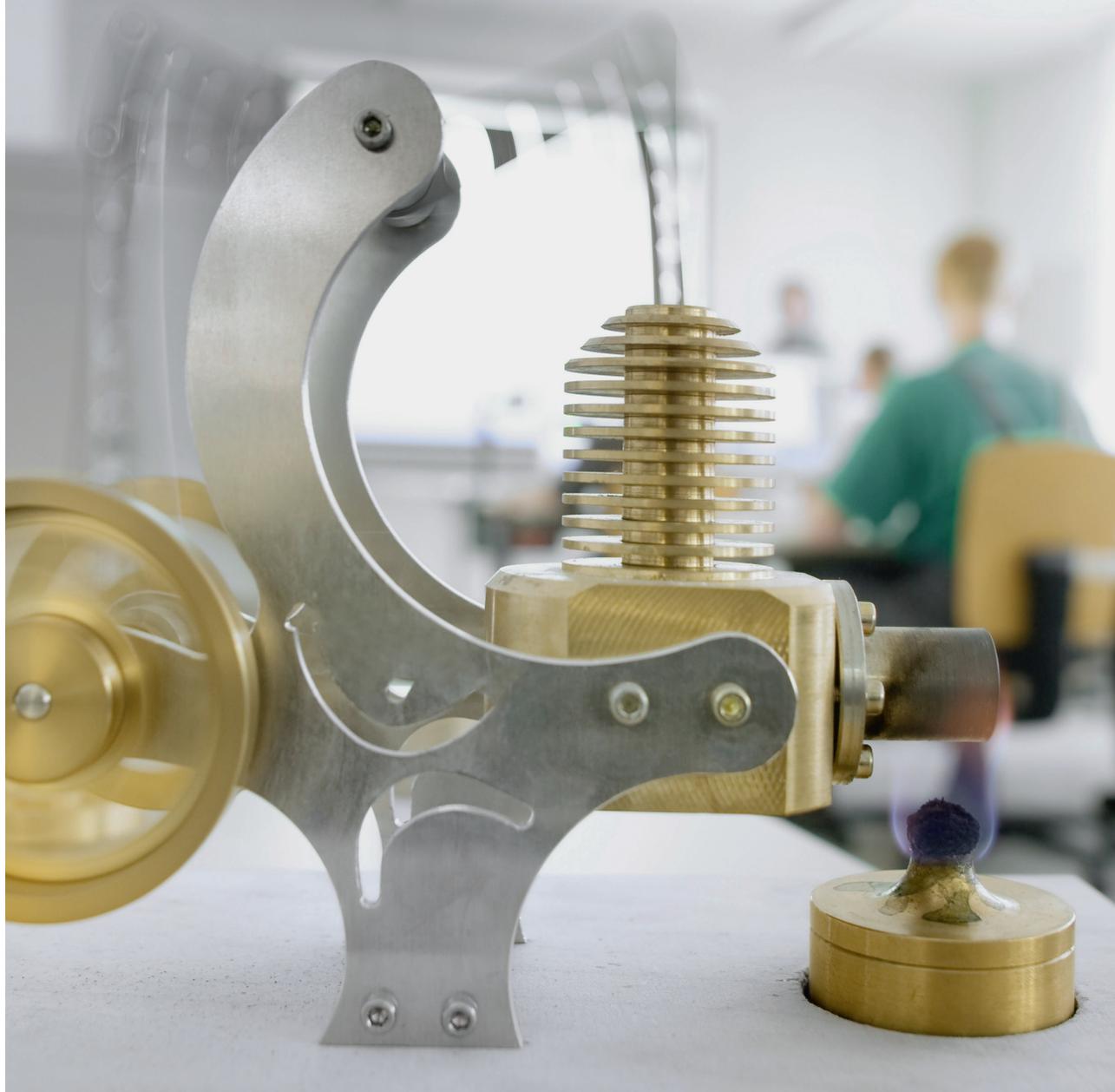


SinuTrain

Einsteiger-Anleitung Fräsen und Drehen
SINUMERIK 810D / 840D / 840Di

Trainingsunterlage · 10/2003



SINUMERIK

SIEMENS

2. überarbeitete Auflage 10/2003
gültig ab Softwarestand HMI06.03

Alle Rechte vorbehalten

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

Diese Einsteiger-Anleitung ist in Kooperation der Firmen

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

und

R. & S. KELLER GmbH
Klaus Reckermann, Siegfried Keller
Postfach 13 16 63, D-42043 Wuppertal

entstanden.

Bestell-Nr.: 6FC5095-0AB00-0AP1

Vorwort

Die digitalen Steuerungen SINUMERIK 810D, 840D und 840Di zeichnen sich durch ihre große Offenheit aus, d. h. sie können vom Maschinenhersteller und teilweise auch vom Anwender selbst nach eigenen Anforderungen konfiguriert werden. Sie sind somit gleichermaßen in der Kleinserie wie in vollautomatischen Fertigungsstraßen effizient einsetzbar und weit verbreitet.

Das Ziel bei der Erstellung dieses Heftes war es, dem großen Kreis der Anwender einen **leicht verständlichen Einstieg** in diese mächtigen Steuerungen zu ermöglichen.

Mit den Steuerungen 810D, 840D und 840Di lassen sich eine Vielzahl unterschiedlichster Bearbeitungsverfahren steuern. In diesem Heft werden die beiden wesentlichen Technologien **Drehen und Fräsen** behandelt.

Es wurde im Zusammenwirken von NC-Praktikern und Didaktikern erstellt. Ein besonderer Dank gilt Herrn Markus Sartor für seine wertvollen Hinweise und Kritiken.

Die Vorgehensweise des Heftes ist praxisbezogen und handlungsorientiert. Schritt für Schritt werden Tastenfolgen erläutert. Die aufwendige bildliche Unterstützung ermöglicht es Ihnen, jederzeit Ihre eigenen Eingaben an der Steuerung mit den Vorgaben des Heftes zu vergleichen.

Gleichzeitig eignet sich diese Anleitung damit auch besonders gut für die Vorbereitung oder Nachbereitung abseits der Steuerung mit dem steuerungsidentischen System **SinuTrain** am PC.

Die Beispiele des Heftes wurden überwiegend anhand des Softwarestandes 5.2 erstellt. Weiterentwicklungen der Software und die schon beschriebene Offenheit der Steuerung lassen nicht ausschließen, dass die Handhabung Ihrer Steuerung in Details von der beschriebenen Konfiguration abweicht. Auch können Ihnen unter Umständen in Abhängigkeit von der Stellung des Schlüsselschalters an der Maschine nicht alle beschriebenen Funktionen zur Verfügung stehen. In diesen Fällen sei auf die begleitenden Unterlagen des Maschinen-Herstellers bzw. auf firmeninterne Unterlagen verwiesen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg bei der Arbeit mit Ihrer SINUMERIK-Steuerung.

Die Autoren

Erlangen/Wuppertal, im März 2001

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	5
1.1	Geometrische Grundlagen Fräsen und Drehen	5
1.1.1	Werkzeugachsen und Arbeitsebenen	5
1.1.2	Absolute und inkrementale Maßangaben (Fräsen)	8
1.1.3	Kartesische und polare Maßangaben (Fräsen)	9
1.1.4	Kreisförmige Bewegungen (Fräsen)	10
1.1.5	Absolute und inkrementale Maßangaben (Drehen)	11
1.1.6	Kartesische und polare Maßangaben (Drehen)	12
1.1.7	Kreisförmige Bewegungen (Drehen)	13
1.2	Technologische Grundlagen Fräsen und Drehen	14
1.2.1	Schnittgeschwindigkeit und Drehzahlen (Fräsen)	14
1.2.2	Vorschub pro Zahn und Vorschubgeschwindigkeiten (Fräsen)	15
1.2.3	Schnittgeschwindigkeit und Drehzahlen (Drehen)	16
1.2.4	Vorschub (Drehen)	17
2	Bedienung	18
2.1	Die Steuerung im Überblick	18
2.1.1	Einschalten, Bereichsumschalten, Ausschalten	19
2.1.2	Tastatur und Bildschirmaufteilung	22
2.2	Einrichten	28
2.2.1	Werkzeugverwaltung: Werkzeug anlegen und ins Magazin laden	29
2.2.2	Werkzeugkorrektur: Werkzeug anlegen	34
2.2.3	Werkzeuge der Beispielprogramme	38
2.2.4	Werkstück ankratzen und Nullpunkt setzen	40
2.3	Programme verwalten und abarbeiten	43
2.3.1	Daten auf Diskette speichern und von Diskette einlesen	43
2.3.2	Programm freigeben, laden, anwählen und abarbeiten	48

3	Programmierung Fräsen	52
3.1	Werkstück "Längsführung"	52
3.1.1	Werkstück und Teileprogramm anlegen	53
3.1.2	Werkzeugaufruf und Werkzeugwechsel	56
3.1.3	Grundlegende Funktionen	56
3.1.4	Einfache Verfahren ohne Fräserradiuskorrektur	57
3.1.5	Bohren mit Zyklen und Unterprogrammtechnik	59
3.1.6	Unterprogramm anlegen	67
3.1.7	Programm simulieren	70
3.2	Werkstück "Spritzform"	73
3.2.1	Werkstück und Teileprogramm anlegen	73
3.2.2	Geraden und Kreisbögen - Bahnfräsen mit Fräserradiuskorrektur	75
3.2.3	Rechtecktasche POCKET3	79
3.2.4	Kreistasche POCKET4	82
3.2.5	Programmteil kopieren	83
4	Programmierung Drehen	90
4.1	Werkstück "Welle"	90
4.1.1	Werkstück und Unterprogramm anlegen	91
4.1.2	Werkzeugaufruf, Schnittgeschwindigkeit und grundlegende Funktionen	98
4.1.3	Plandrehen	100
4.1.4	Abspanzyklus CYCLE95	101
4.1.5	Schlichten	102
4.1.6	Fehlerkorrektur - Paralleles Editieren von Haupt- und Unterprogramm	104
4.1.7	Gewindefreistich nach DIN76	105
4.1.8	Gewindeschneidzyklus CYCLE97	107
4.1.9	Einstechzyklus CYCLE93	109
4.2	Werkstück "Komplett"	111
4.2.1	SINUMERIK-Konturrechner	111
4.2.2	Abspannen und Schlichten der Kontur mit Hinterschnitt	119
4.2.3	Zentrisch Bohren	120
4.2.4	Stirnflächenbearbeitung mit TRANSMIT	121
Anhang		
	Sachwortverzeichnis	126
	Behandelte Befehle und Adressen	128
	Behandelte Zyklen	128

1 Grundlagen

In diesem Kapitel werden für den CNC-Einsteiger einige allgemeine geometrische und technologische Grundlagen für die Programmierung im Fräsen und Drehen erläutert.

1.1 Geometrische Grundlagen Fräsen und Drehen

Die hier vorgestellten geometrischen Grundlagen beziehen sich zum großen Teil auf den grafischen SINUMERIK-Konturrechner. Dabei dienen die verwendeten Bildschirmfotos zur Unterstützung der Theorie.

Wenn Sie schon vorab die Theoriebeispiele an der Steuerung nachvollziehen wollen:

Bedienbereich 'Programm' > Neues Teileprogramm anlegen > Im Texteditor horizontaler Softkey [Kontur] > vertikaler Softkey [Kontur erzeugen] > ...

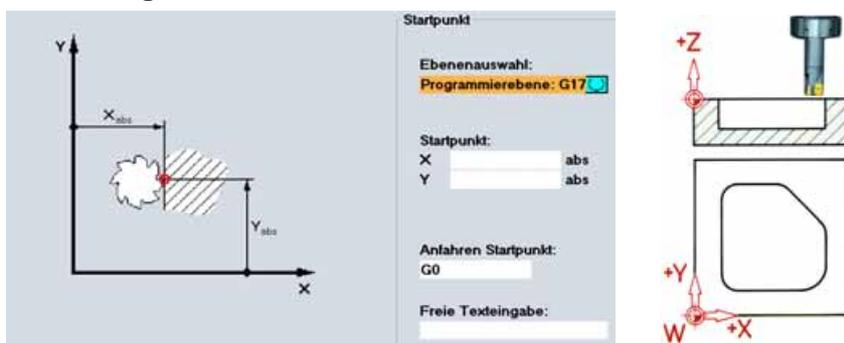
Ein praktisches Beispiel, in dem dieser Konturrechner im Zusammenhang vorgestellt wird, finden Sie im Kapitel "Programmierung Drehen".

1.1.1 Werkzeugachsen und Arbeitsebenen

FRÄSEN

Auf Universalfräsmaschinen wird das Werkzeug meist parallel zu den Hauptachsen eingebaut. Diese rechtwinklig zueinanderstehenden Achsen sind nach DIN 66217 bzw. ISO 841 auf die Hauptführungsbahnen der Maschine ausgerichtet. Durch die Einbaulage des Werkzeuges ergibt sich die entsprechende Arbeitsebene. Beim Fräsen ist meistens Z die Werkzeugachse.

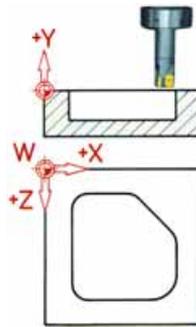
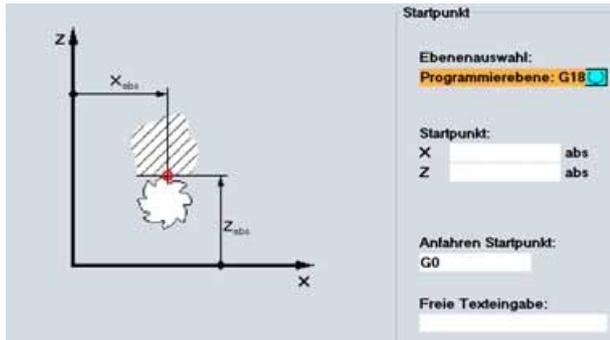
Werkzeugachse Z - Ebene G17



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

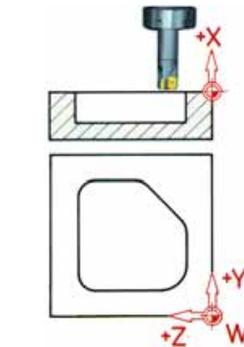
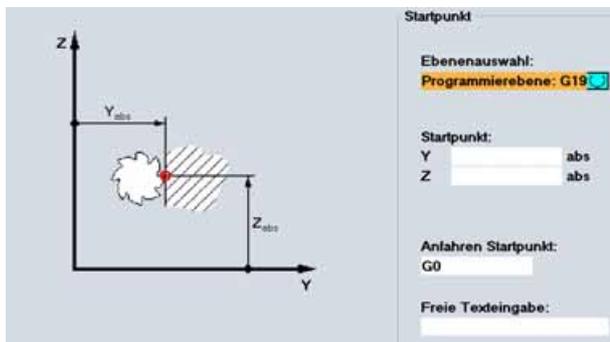
1.1 - Geometrische Grundlagen Fräsen und Drehen

Werkzeugachse Y - Ebene G18



Hinweis: Es kann sein, dass bei dem Softwarestand an Ihrer Steuerung aus Kompatibilitätsgründen in der Ebene G18 noch Z vor X steht. Dies betrifft auch das Drehen (siehe unten).

Werkzeugachse X - Ebene G19

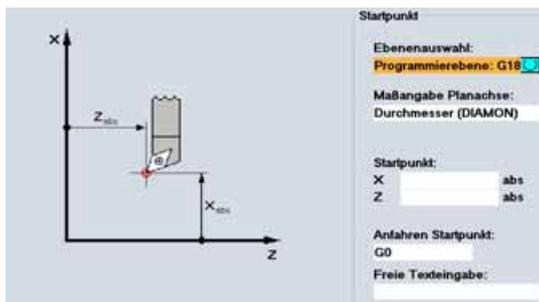


DREHEN

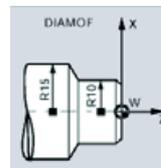
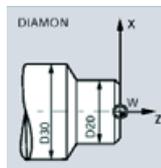
Auf Universaldrehmaschinen wird das Werkzeug meist parallel zu den Hauptachsen eingebaut. Diese rechtwinklig zueinanderstehenden Achsen sind nach DIN 66217 bzw. ISO 841 auf die Hauptführungsbahnen der Maschine ausgerichtet. Beim Drehen ist Z die Werkstückachse.

Drehachse Z - Ebene G18 *

Da sich die Durchmesser von Drehwerkstücken relativ einfach kontrollieren lassen, ist die Maßangabe der Planachse diameterbezogen. Der Facharbeiter kann somit das Istmaß direkt mit den Zeichnungsmaßen vergleichen.



Mit der Taste  können Hilfebilder zur Auswahl der Werkzeugachse aufgerufen werden.



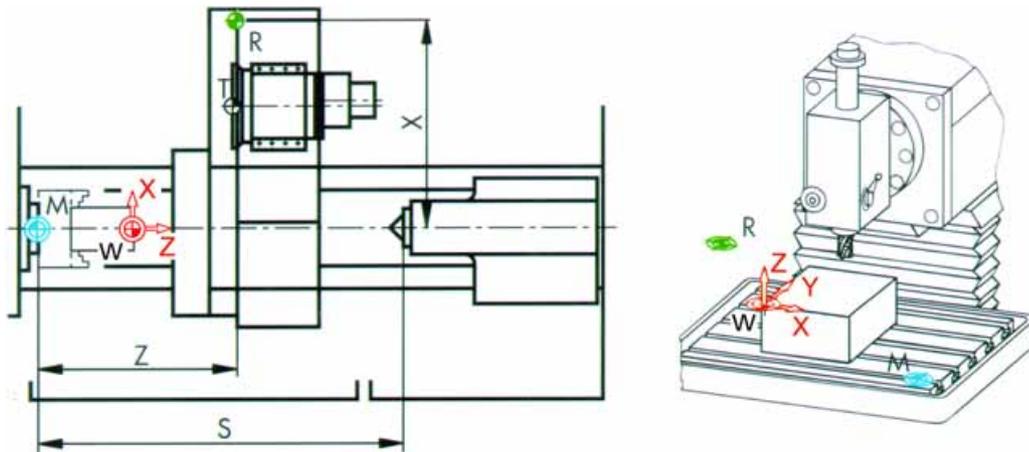
Die hier gezeigte Radius-Maßangabe ist ebenfalls im Hilfebild vorhanden, kommt aber "so gut wie nie" vor.

* In der Ebene G18 werden alle Drehoperationen programmiert.

Bohr- und Fräsoperationen auf der **Stirnfläche** des Drehteils werden in der Ebene G17 programmiert.

Bohr- und Fräsoperationen auf der **Mantelfläche** des Drehteils werden in der Ebene G19 programmiert.

Damit sich eine CNC-Steuerung - wie die SINUMERIK 840D - über das Messsystem 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 beim Fräsen im Ursprung des Maschinen-Koordinatensystems und beim Drehen an der Anschlagfläche der Spindelnase.

Werkstück-Nullpunkt W



Der Werkstück-Nullpunkt W, auch Programm-Nullpunkt genannt, ist der Ursprung des Werkstück-Koordinatensystems. Er kann frei gewählt werden und sollte im Fräsen dort angeordnet sein, von wo in der Zeichnung die meisten Maße ausgehen. Im Drehen liegt der Werkstück-Nullpunkt immer auf der Drehachse und meist an der Planfläche.

Referenzpunkt R

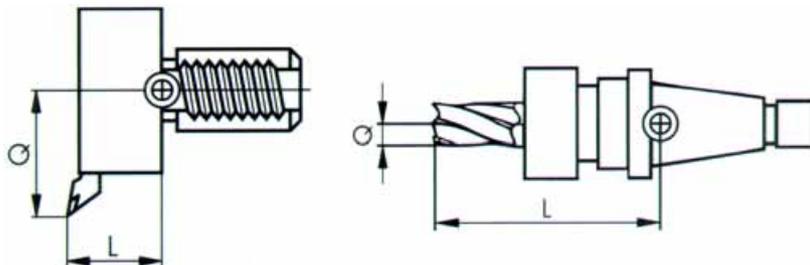


Der Referenzpunkt R wird zum Nullsetzen des Messsystems angefahren, da der Maschinen-Nullpunkt meist nicht angefahren werden kann. Die Steuerung findet so ihren Bezugspunkt im Wegmesssystem.

Werkzeugträgerbezugspunkt T



Der Werkzeugträgerbezugspunkt T ist für das Einrichten mit voreingestellten Werkzeugen von Bedeutung. Die im Schaubild gezeigten Längen L und Q dienen als Werkzeug-Verrechnungswerte und werden in den Werkzeugspeicher der Steuerung eingegeben.



1.1 - Geometrische Grundlagen Fräsen und Drehen

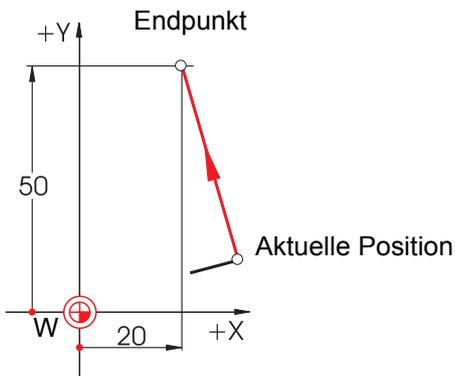
1.1.2 Absolute und inkrementale Maßangaben (Fräsen)

Absolute Eingaben:

Die eingegebenen Werte beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt.



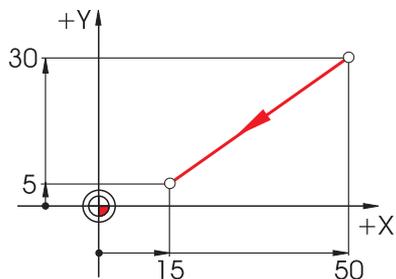
Mit dem Softkey **Alternativ** kann jederzeit umgeschaltet werden.



*G90 Absolute Maßangaben

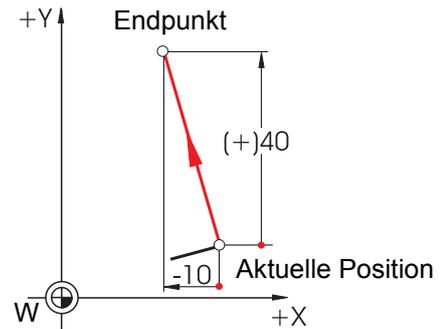
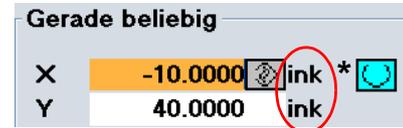
Bei absoluten Eingaben sind immer die **absoluten** Koordinaten-Werte des **Endpunktes** im aktiven Koordinatensystem einzugeben (die aktuelle Position wird nicht betrachtet).

Hier zwei Beispiele in der Kombination absolut/inkremental:



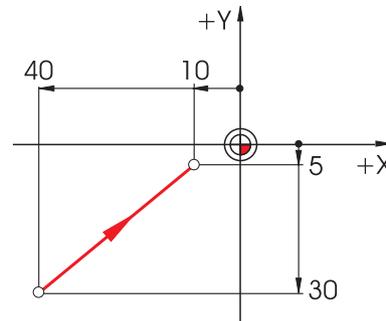
Inkrementale Eingaben:

Die eingegebenen Werte beziehen sich auf die aktuelle Position.



*G91 Inkrementale Maßangaben

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



1.1.3 Kartesische und polare Maßangaben (Fräsen)

Zur Bestimmung des Endpunktes einer Geraden werden zwei Angaben benötigt. Diese können wie folgt aussehen:

Kartesisch: Eingabe der Koordinaten X und Y

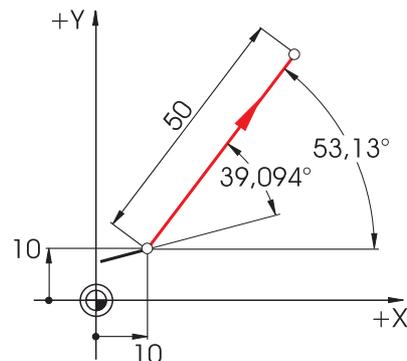
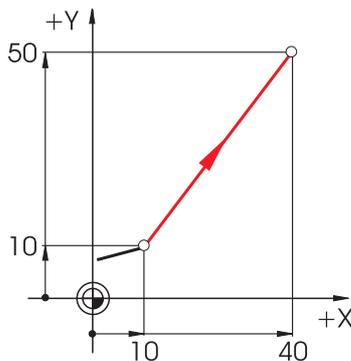
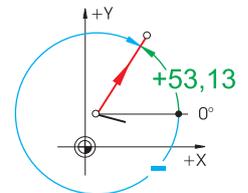
Gerade beliebig		
X	30.0000	ink
X	40.0000	abs
Y	40.0000	ink
Y	50.0000	abs
L	50.0000	
$\alpha 1$	53.1300	°
$\alpha 2$	39.0940	°

Alle grauen Werte werden automatisch berechnet und angezeigt.

Polar: Eingabe der Länge und eines Winkels

Gerade beliebig		
X	30.0000	ink
X	40.0000	abs
Y	40.0000	ink
Y	50.0000	abs
L	50.0000	
$\alpha 1$	53.1300	°
$\alpha 2$	39.0940	°

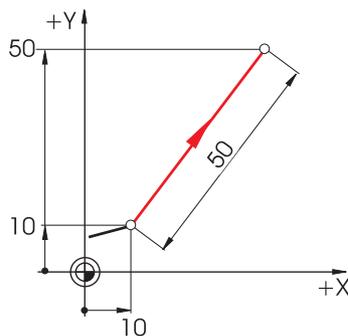
Hinweis:



Winkel 53,13° = Startwinkel zur positiven X-Achse oder
Winkel 39,094° = Winkel zum Vorgängerelement

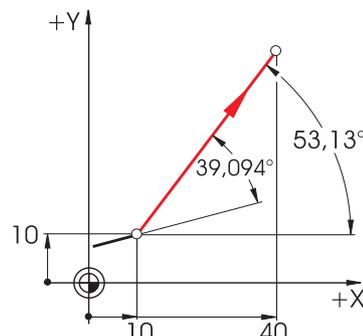
Kartesische und polare Eingaben können kombiniert werden, z.B.:

Eingabe des Endpunktes in Y und der Länge



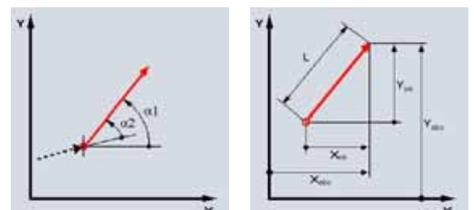
Gerade beliebig		
X	30.0000	ink
X	40.0000	abs
Y	40.0000	ink
Y	50.0000	abs
L	50.0000	
$\alpha 1$	53.1301	°
$\alpha 2$	39.0940	°

Eingabe des Endpunktes in X und eines Winkels



Gerade beliebig		
X	30.0000	ink
X	40.0000	abs
Y	40.0000	ink
Y	50.0000	abs
L	50.0000	
$\alpha 1$	53.1300	°
$\alpha 2$	39.0940	°

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



1.1 - Geometrische Grundlagen Fräsen und Drehen

1.1.4 Kreisförmige Bewegungen (Fräsen)

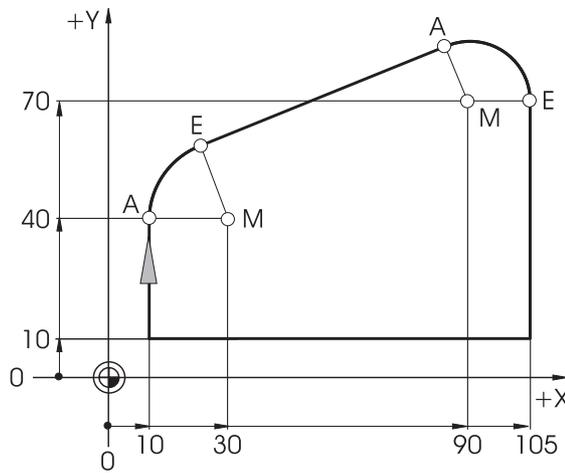
Bei Kreisbögen wird nach DIN der Endpunkt des Bogens (Koordinaten X und Y in der G17-Ebene) und der Mittelpunkt (I und J in der G17-Ebene) angegeben.

Der SINUMERIK-Konturrechner gibt Ihnen auch bei Kreisbögen die Freiheit, jedes beliebige Maß aus der Zeichnung ohne Umrechnen-Aufwand zu übernehmen.

Nachfolgend sehen Sie ein Beispiel mit zwei - zunächst nur teilbestimmten - Kreisbögen.

Eingabe des Mittelpunktes (absolut):

Kreisbogen	
R	
X	abs
Y	abs
I	30.0000 abs
J	40



Kreisbogen	
R	
X	105.0000 abs
Y	70.0000 abs
I	90.0000 abs
J	70

Nach Input:

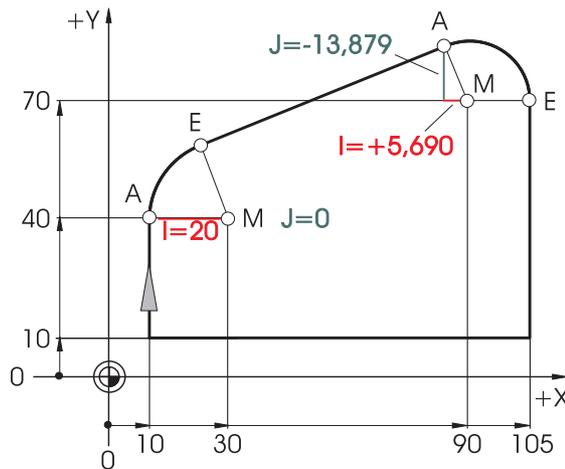
Kreisbogen	
R	20.0000
X	abs
Y	abs
I	30.0000 abs
J	40.0000 abs

Nach Input:

Kreisbogen	
R	15.0000
X	105.0000 abs
Y	70.0000 abs
I	90.0000 abs
J	70.0000 abs

Die folgenden Anzeigen der Werte ergeben sich, wenn Sie alle bekannten Maße eingetragen und im Eingabefenster des jeweiligen Bogens den Softkey **Alle Parameter** gedrückt haben.

Kreisbogen	
R	20.0000
X	12.4140 ink
X	22.4140 abs
Y	18.5050 ink
Y	58.5050 abs
I	20.0000 ink
I	30.0000 abs
J	0.0000 ink
J	40.0000 abs
α1	90.0000 °
α2	0.0000 °
β1	22.2910 °
β2	67.7090 °



Kreisbogen	
R	15.0000
X	20.6900 ink
X	105.0000 abs
Y	-13.8790 ink
Y	70.0000 abs
I	5.6900 ink
I	90.0000 abs
J	-13.8790 ink
J	70.0000 abs
α1	22.2910 °
α2	0.0000 °
β1	270.0000 °
β2	112.2910 °

Die Eingaben der Bögen im Texteditor würden lauten:

```
G2 X22.414 Y58.505 I20 J0 G2 X105 Y70 I=AC(90) J=AC(70)
```

1.1.5 Absolute und inkrementale Maßangaben (Drehen)

Absolute Eingaben:

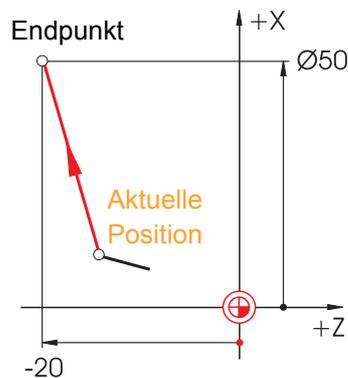
Die eingegebenen Werte beziehen sich auf den Werkstück-Nullpunkt.

Inkrementale Eingaben:

Die eingegebenen Werte beziehen sich auf die aktuelle Position.

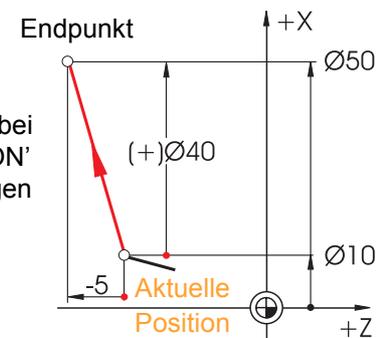


Mit dem Softkey **Alternativ** kann jederzeit umgeschaltet werden.



Achtung:

Abweichend von DIN 66025 werden bei der hier gültigen Einstellung 'DIAMON' auch die I-Werte diameterbezogen eingegeben und angezeigt.



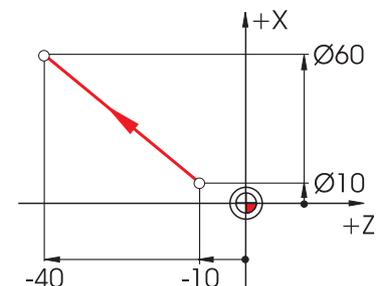
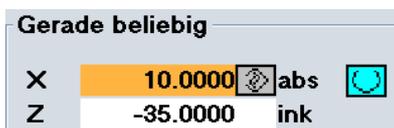
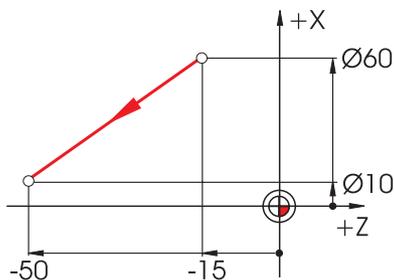
*G90 Absolute Maßangaben

Bei absoluten Eingaben sind immer die **absoluten** Koordinaten-Werte des **Endpunktes** im aktiven Koordinatensystem einzugeben (die aktuelle Position wird nicht betrachtet).

*G91 Inkrementale Maßangaben

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

Hier zwei Beispiele in der Kombination absolut/inkremental:



1.1.6 Kartesische und polare Maßangaben (Drehen)

Zur Bestimmung des Endpunktes einer Geraden werden zwei Angaben benötigt. Diese können wie folgt aussehen:

Kartesisch: Eingabe der Koordinaten X und Z

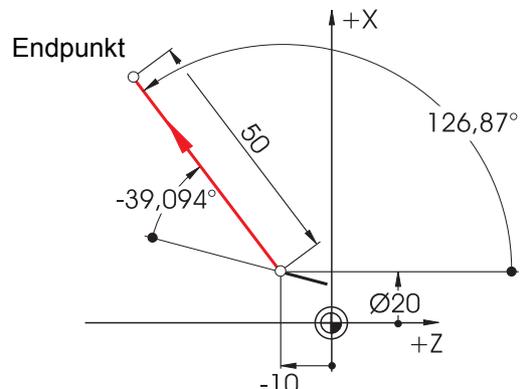
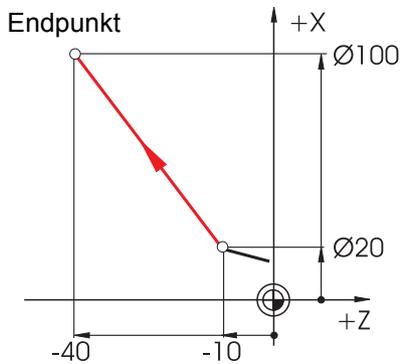
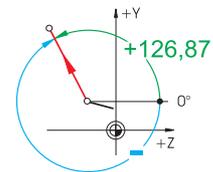
Gerade beliebig		
X	80.0000	ink
X	100.0000	abs
Z	-30.0000	ink
Z	-40.0000	abs
L	50.0000	
$\alpha 1$	126.8700	°
$\alpha 2$	320.9060	°

Alle grauen Werte werden automatisch berechnet und angezeigt.

Polar: Eingabe der Länge und eines Winkels

Gerade beliebig		
X	80.0000	ink
X	100.0000	abs
Z	-30.0000	ink
Z	-40.0000	abs
L	50.0000	
$\alpha 1$	126.8700	°
$\alpha 2$	320.9060	°

Hinweis:

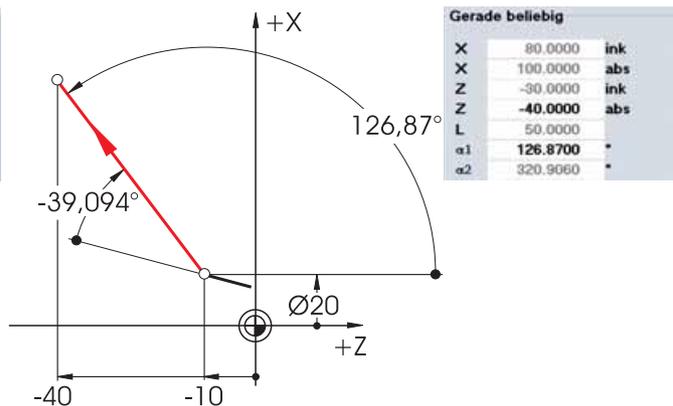
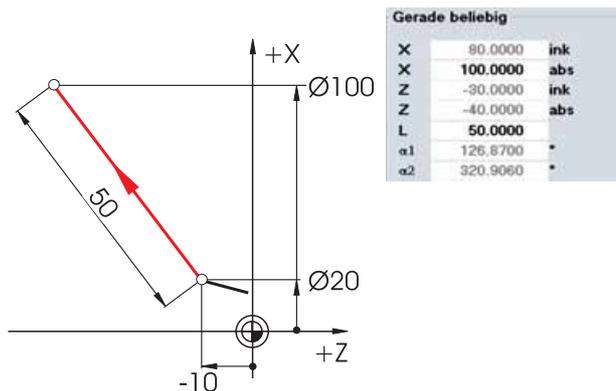


Winkel $126,87^\circ$ = Startwinkel zur positiven Z-Achse oder
 Winkel $-39,094^\circ$ = Winkel zum Vorgängerelement
 ($39,094^\circ = 360^\circ - 320,906^\circ$)

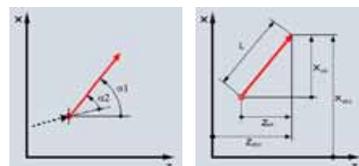
Kartesische und polare Eingaben können kombiniert werden, z.B.:

Eingabe des Endpunktes in X und der Länge

Eingabe des Endpunktes in X und eines Winkels



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



1.1.7 Kreisförmige Bewegungen (Drehen)

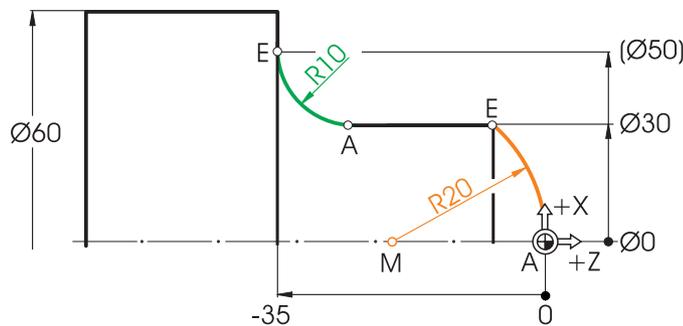
Bei Kreisbögen wird nach DIN der Endpunkt des Bogens (Koordinaten X und Z in der G18-Ebene) und der Mittelpunkt (I und K in der G18-Ebene) angegeben.

Der SINUMERIK-Konturrechner gibt Ihnen auch bei Kreisbögen die Freiheit, jedes beliebige Maß aus der Zeichnung ohne Umrechnen-Aufwand zu übernehmen.

Nachfolgend sehen Sie ein Beispiel mit zwei - zunächst nur teilbestimmten - Kreisbögen.

Eingabe des Bogens R10:

Kreisbogen		
R	10.0000	
X	50.0000	abs
Z	-35	abs
I		abs
K		abs



Nach Input:

Kreisbogen		
R	10.0000	
X	50.0000	abs
Z	-35.0000	abs
I	50.0000	abs
K	-25.0000	abs

Eingabe des Bogens R20:

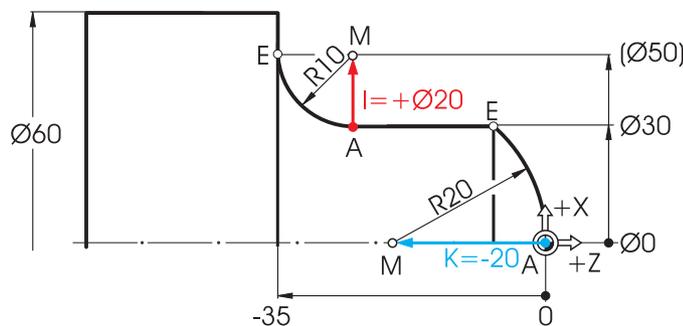
Kreisbogen		
R		
X	30.0000	abs
Z		abs
I	0.0000	abs
K	-20	abs

Nach Input:

Kreisbogen		
R	20.0000	
X	30.0000	abs
Z	-6.7710	abs
I	0.0000	abs
K	-20.0000	abs

Die folgenden Anzeigen aller Werte ergeben sich, wenn Sie alle bekannten Maße eingetragen und im Eingabefenster des jeweiligen Bogens den Softkey gedrückt haben.

Kreisbogen		
R	10.0000	
X	20.0000	ink
X	50.0000	abs
Z	-10.0000	ink
Z	-35.0000	abs
I	20.0000	ink
I	50.0000	abs
K	0.0000	ink
K	-25.0000	abs
α1	180.0000	°
α2	0.0000	°
β1	90.0000	°
β2	90.0000	°



Kreisbogen		
R	20.0000	
X	30.0000	ink
X	30.0000	abs
Z	-6.7710	ink
Z	-6.7710	abs
I	0.0000	ink
I	0.0000	abs
K	-20.0000	ink
K	-20.0000	abs
α1	90.0000	°
β1	138.5900	°
β2	48.5900	°

Die Eingaben der Bögen im Texteditor würden lauten:

G2 X50 Z-35 CR=10

G3 X30 Z-6.771 I0 K-20

1.2 Technologische Grundlagen Fräsen und Drehen

1.2.1 Schnittgeschwindigkeit und Drehzahlen (Fräsen)

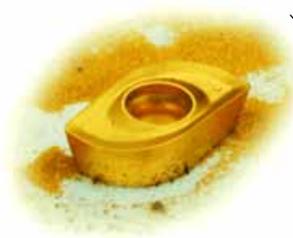
Die jeweils optimale Drehzahl eines Werkzeuges hängt von dem Schneidstoff des Werkzeuges und dem Werkstoff des Werkstückes sowie vom Werkzeug-Durchmesser ab. Diese Drehzahl wird in der Praxis häufig auch aufgrund langjähriger Erfahrungen ohne Berechnungen sofort eingegeben. Besser ist es jedoch, die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

Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit:

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

Schneidstoff des **Werkzeuges:**

Hartmetall



Werkstoff des **Werkstückes:**

C45



$v_c = 80 - 150 \text{ m/min}$:

Gewählt wird der Mittelwert $v_c = 115 \text{ m/min}$

Berechnung der Drehzahl:

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

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

Beispielhaft wird hier die Drehzahl für zwei Werkzeuge berechnet:

$d_1 = 63\text{mm}$

$d_2 = 40\text{mm}$

$$n_1 = \frac{115\text{mm} \cdot 1000}{63\text{mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$$



$$n_1 \approx 580 \frac{1}{\text{min}}$$



$$n_2 \approx 900 \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_2 = \frac{115\text{mm} \cdot 1000}{40\text{mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$$

(in der Werkstatt häufig auch Umdrehungen pro Minute genannt)

In der NC-Codierung wird die Drehzahl mit dem Buchstaben S (engl. "Speed") angegeben.

Die Eingaben lauten dann S580 bzw. S900.

Bei diesen Drehzahlen wird jeweils die Schnittgeschwindigkeit von 115 m/min erreicht.

1.2.2 Vorschub pro Zahn und Vorschubgeschwindigkeiten (Fräsen)

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

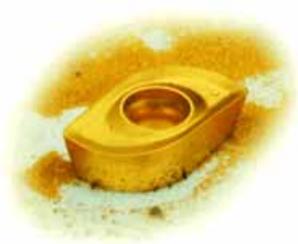
Der Basiswert für die Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit ist die Kenngröße Vorschub pro Zahn.

Bestimmung des Vorschubes pro Zahn:

Wie die Schnittgeschwindigkeit wird der Wert für den Vorschub pro Zahn aus dem Tabellenbuch oder den Unterlagen der Werkzeughersteller entnommen.

Schneidstoff des **Werkzeuges**:

Hartmetall



Werkstoff des **Werkstückes**:

C45



Vorschub pro Zahn $f_z = 0,1 - 0,2$ mm:

Gewählt wird der Mittelwert $f_z = 0,15$ mm

Bestimmung der Vorschubgeschwindigkeit:

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

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

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

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

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

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



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

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

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

In der NC-Codierung wird die Vorschubgeschwindigkeit mit F (engl. "Feed") angegeben.

Die Eingaben lauten dann abgerundet F340 bzw. F780.

Bei diesen Vorschubgeschwindigkeiten wird jeweils der Vorschub pro Zahn von 0,15 mm erreicht.

1.2.3 Schnittgeschwindigkeit und Drehzahlen (Drehen)

Beim Drehen wird - im Unterschied zum Fräsen - meist direkt die gewünschte Schnittgeschwindigkeit programmiert, und zwar beim Schruppen, Schlichten und Stechen.

Nur beim Bohren und (meist) beim Gewindedrehen wird die gewünschte Drehzahl programmiert.

Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit:

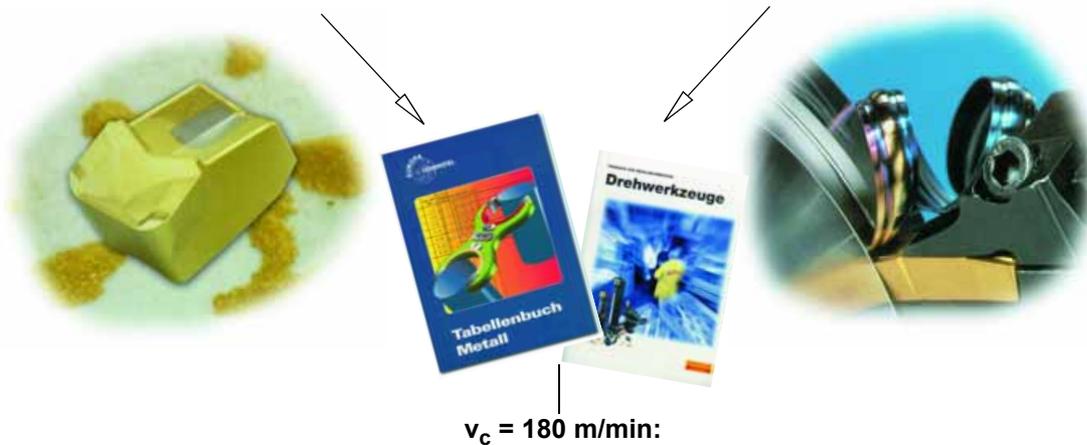
Mit Hilfe der Hersteller-Kataloge oder eines Tabellenbuches wird zunächst die optimale Schnittgeschwindigkeit ermittelt.

Schneidstoff des **Werkzeuges**:

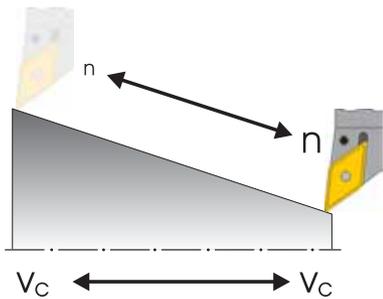
Hartmetall

Werkstoff des **Werkstückes**:

Automatenstahl



Konstante Schnittgeschwindigkeit v_c (G96) beim Schruppen, Schlichten und Stechen:

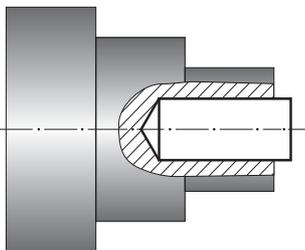


Damit die gewählte Schnittgeschwindigkeit auf jedem Werkstück-Durchmesser eingehalten wird, wird die jeweilige Drehzahl von der Steuerung mit dem Befehl G96 = Konstante Schnittgeschwindigkeit angepaßt. Dieses geschieht mittels Gleichstrom- oder frequenzgeregelten Drehstrommotoren.

Bei kleiner werdendem Durchmesser steigt die Drehzahl theoretisch ins Unendliche. Um Gefahren durch zu hohe Fliehkräfte zu vermeiden, muss deshalb eine Drehzahlgrenze von z.B. 3000 1/min programmiert werden.

Die Eingaben lauten dann G96 S180 LIMS=3000.

Konstante Drehzahl n (G97) beim Bohren und Gewindedrehen:



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

$d = 20\text{mm}$ (Werkzeug-Durchmesser)

$$n = \frac{120\text{mm} \cdot 1000}{20\text{mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$$

$$n \approx 1900 \frac{1}{\text{min}}$$

Da beim Bohren mit einer gleichbleibenden Drehzahl gearbeitet wird, muss hier der Befehl G97 = Konstante Drehzahl verwendet werden.

Die Drehzahl ist abhängig von der gewünschten Schnittgeschwindigkeit (gewählt wird hier 120 m/min) und dem Werkzeug-Durchmesser.

Die Eingaben lauten dann G97 S1900.

1.2.4 Vorschub (Drehen)

Auf der vorherigen Seite haben Sie gelernt, wie man die Schnittgeschwindigkeit ermittelt und Drehzahlen berechnet. Damit das Werkzeug zerspannt, muß der Schnittgeschwindigkeit bzw. Drehzahl ein Vorschub für das Werkzeug zugeordnet werden.

Bestimmung des Vorschubes:

Wie die Schnittgeschwindigkeit wird der Wert für den Vorschub aus dem Tabellenbuch oder den Unterlagen der Werkzeughersteller oder aus dem Erfahrungswissen entnommen.

Schneidstoff des **Werkzeuges:**

Hartmetall



Werkstoff des **Werkstückes:**

Automatenstahl



Vorschub $f = 0,2 - 0,4 \text{ mm}$:

Gewählt wird der Mittelwert $f = 0,3 \text{ mm}$ (in der Werkstatt häufig auch mm pro Umdrehung genannt).

Die Eingabe lautet dann **F0.3**.

Zusammenhang zwischen Vorschub und Vorschubgeschwindigkeit:

Mit dem konstanten Vorschub f und der jeweiligen Drehzahl ergibt sich die Vorschubgeschwindigkeit v_f .

$$v_c = 180 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

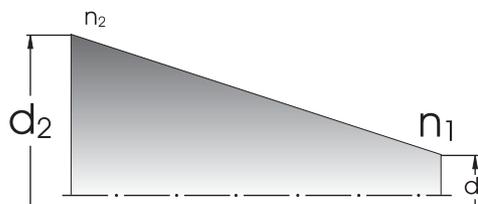
$$d_2 = 80 \text{ mm}$$

$$n_2 \approx 710 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_{f2} = 710 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,3 \text{ mm}$$

$$v_{f2} \approx 210 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$v_f = f \cdot n$$



$$v_c = 180 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

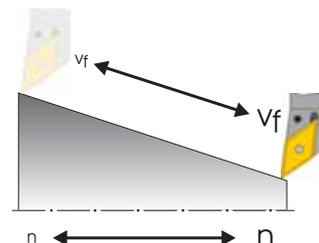
$$d_1 = 20 \text{ mm}$$

$$n_1 \approx 2800 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_{f1} = 2800 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,3 \text{ mm}$$

$$v_{f1} = 840 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Weil die Drehzahl unterschiedlich ist, ist auch die Vorschubgeschwindigkeit (trotz des gleichen programmierten Vorschubs) auf den verschiedenen Durchmessern unterschiedlich.



2 Bedienung

Unter dem Oberbegriff "Bedienung" werden in diesem Einsteigerheft alle Arbeitsabläufe verstanden, die im direkten Zusammenspiel zwischen Anwender und Maschine stattfinden. Nach einer grundsätzlichen Einführung in Kapitel 2.1 geht es im zweiten Unterkapitel um das Einrichten von Werkzeugen und Werkstücken. Im dritten und vierten Unterkapitel liegt der Schwerpunkt auf der Produktion, also dem Abarbeiten von NC-Programmen.

Den Steuerungen 810D/840D/840Di liegt ein offenes Steuerungskonzept zugrunde, das dem Maschinenhersteller (und teilweise auch Ihnen als Anwender) viele Freiheiten gibt, die Steuerung nach individuellen Anforderungen zu konfigurieren. Im Detail sind darum Unterschiede zu den im Heft vorgegebenen Handlungsfolgen möglich. Bitte beachten Sie ggf. die Angaben des Maschinenherstellers, und überprüfen Sie gewissenhaft Ihre Eingaben, bevor Sie die Maschine starten.

2.1 Die Steuerung im Überblick



In diesem Kapitel lernen Sie den Aufbau und die Handhabung der Steuerungskomponenten Tastatur und Bildschirm kennen.

Bild-Beispiele:

- **Bedientafelfront OP 010C** mit TFT-Farbbildschirm, Softkeyleisten (horizontal und vertikal) und mechanischer CNC-Volltastatur mit 65 Tasten.

Diese Komponenten dienen insbesondere der Programmierung und Handhabung von Daten.

- **Maschinenbedientafel** mit Override-Potentiometern

Mit dieser Bedientafel werden unmittelbar die Bewegungen der Maschine beeinflusst.

Sie kann vom Maschinenhersteller zum Teil individuell konfiguriert werden.

Weitere Bedienkomponenten für die Steuerung und Schulungstastaturen für SinuTrain finden Sie im Katalog NC60 "Automatisierungssysteme für Bearbeitungsmaschinen" (SIEMENS Bestell-Nr. E86060-K4460-A101-A8).

2.1.1 Einschalten, Bereichsumschalten, Ausschalten

Je nachdem, ob Sie sich direkt an der Maschine in die Steuerung einarbeiten oder ob Sie das steuerungsgleiche Sinumerik-Trainingssystem am PC verwenden, starten Sie unterschiedlich in die Arbeit.

Einschalten

Wenn ...

Wenn Sie an der Maschine arbeiten:



Dann geht selbstverständlich Ihr erster Griff zum Hauptschalter, seitlich an der Maschine oder am Schaltschrank.

Wenn ...

Wenn Sie am Windows-PC arbeiten:



Dann starten Sie die Software über das Icon auf dem Desktop oder über den Eintrag im Startmenü (Start > Programme > SinuTrain ... > SinuTrain START)



Sie können dann zwischen den beiden Technologien (Fräsen/ Drehen) und der Art der Werkzeugverwaltung wählen (vgl. Kapitel 2.2.1 und 2.2.2). (Ab Softwarestand 6 können Maschinen auch individuell konfiguriert werden).



Nach dem Einschalten befindet sich die Steuerung im Bedienbereich 'Maschine', und die Funktion 'Ref' (Referenzpunktfahrt) ist angewählt.

Die Vorgehensweise zum Anfahren des Referenzpunktes ist je nach Maschinentyp und Maschinenhersteller unterschiedlich und kann darum hier nicht im Detail erläutert werden.

Nach dem Start der Software ist der Bedienbereich 'Maschine' aktiv und die Betriebsart 'Auto' angewählt.

Eine Referenzpunktfahrt wird am PC nicht simuliert.

Die Betriebsart 'Jog' zur direkten Ansteuerung von Verfahrachsen ist am PC nicht funktional.

2.1 Bedienung - Die Steuerung im Überblick

Bereichsumschalten

Tasten/Eingaben



Bildschirm / Zeichnung

Erläuterung

Mit der <Bereichsumschalttaste> ( auf der Flachbedientafel bzw. **F10** auf der PC-Tastatur) können Sie - unabhängig von der Bediensituation, in der Sie sich gerade befinden - das Grundmenü mit den sechs Bedienbereichen der Steuerung einblenden.

WKS	Position	Restweg	Masterspindel S1
X	0.000 mm	0.000	Ist 0.000 U/min
Y	0.000 mm	0.000	Soll 0.000 U/min
Z	0.000 mm	0.000	Pos 0 grad
A	0.000 grad	0.000	Leistung 100.0 %
C	0.000 grad	0.000	

In den aktiven Bedienbereich 'Maschine' wird das Grundmenü eingeblendet. Der Softkey des aktiven Bedienbereichs ist markiert.

In diesem Bedienbereich steuern Sie unmittelbar die Maschine. Hier können Sie Achsen von Hand verfahren, ankratzen oder NC-Programme ablaufen lassen.

Beispiel: Bearbeitungszentrum mit drei Linearachsen (X,Y,Z) und 2 Rundachsen (A,C)

Parameter

PI	Werkzeugname	DN	Typ	SL	Laenge 1	Laenge 2	Radius	S	F	Stz
1	ZRT2	1 500	3	80.043	54.150	0.800	0	0	0	0
2	ZFT1	1 510	3	74.290	56.100	0.400	0	0	0	0
3	ZFT2	1 510	3	74.351	49.200	0.400	0	0	0	0
4	STHREAD	1 540	8	70.000	35.000	0.060	0	0	0	0
5	BGT_3	1 520	3	82.100	42.000	0.100	0	0	0	0
6	ZT05	1 200	0	84.256	0.000	2.500	0	0	0	0
7	BSD16	1 205	0	120.432	0.000	8.000	0	0	0	0
8	WEM10	1 120	0	76.961	0.000	5.000	0	0	0	0

Wechseln Sie per Softkey in den Bedienbereich 'Parameter'.

Dies kann an der Flachbedientafel über die entsprechende Softkey-Taste erfolgen. Am PC können Sie den Softkey per Maus anklicken oder den Bedienbereich mit **F2** aufrufen.

Beispiel: Magazin-Liste an einer Drehmaschine mit Werkzeugverwaltung

Im Bedienbereich 'Parameter' verwalten Sie u. a. Ihre Werkzeuge und die Tabelle der Nullpunktverschiebungen.

Programm

Name	Typ	Geladen	Länge	Datum	Freigabe
BA_11	WFO			25.08.2003	X
BLUME	WFO			06.09.2003	X
DRYS	WFO			03.09.2003	X
FLANSCH	WFO			03.09.2003	X
FLUEGEL	WFO			03.09.2003	X
FORMPLATTE	WFO			03.09.2003	X
HEBEL	WFO			03.09.2003	X
IL_32	WFO			04.09.2003	X
KRANHAKEN	WFO			03.09.2003	X
LAENGSFUEHRUNG	WFO			04.09.2003	X
LAGER	WFO			03.09.2003	X
LG_31	WFO			04.09.2003	X
LOCHREIHE	WFO			03.09.2003	X
MATHE	WFO			03.09.2003	X
MATHE_COS	WFO			03.09.2003	X
PLATTE	WFO			03.09.2003	X

Aktiver Bedienbereich 'Programm' (auferufen über Softkey, per Maus oder **F3**)

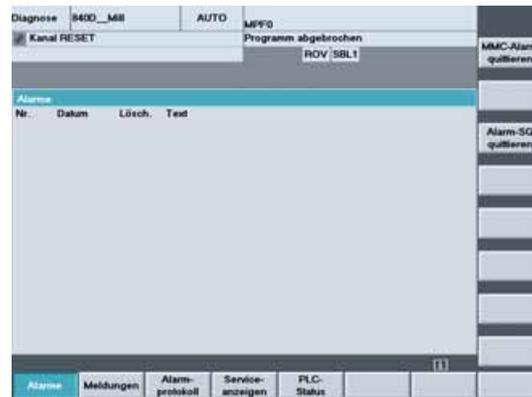
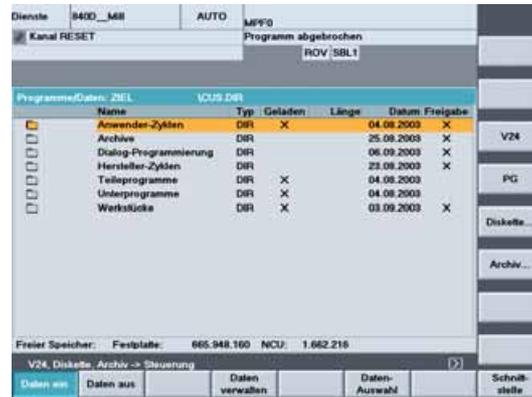
In diesem Bedienbereich schreiben und simulieren Sie NC-Programme.

Ausführlich wird darauf in den Kapiteln 3 (Fräsen) und 4 (Drehen) eingegangen.

Tasten/Eingaben



Bildschirm / Zeichnung



Beispiel: Drehmaschine mit zwei Spindeln

Erläuterung

Aktiver Bedienbereich **'Dienste'**

In diesem Bedienbereich können Sie Dateien verwalten und über serielle Schnittstelle oder Diskette ein- und auslesen.

Aktiver Bedienbereich **'Diagnose'**

Hier werden Alarme und Service-Informationen angezeigt und dokumentiert.

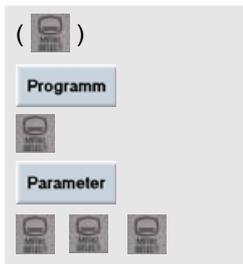
Aktiver Bedienbereich **'Inbetriebnahme'**

Wie der Name schon sagt, ist dieser Bedienbereich für Systemtechniker zur Anpassung der NC-Daten an die Maschine interessant.

Im täglichen Umgang mit der Steuerung ist er kaum von Bedeutung und wird darum in diesem Heft auch nicht näher betrachtet.

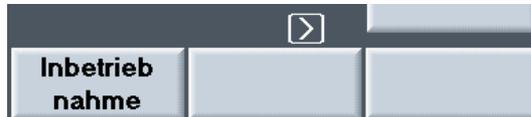
Je nach Konfiguration Ihres Systems können auch der siebte und achte Softkey des Grundmenüs beschriftet sein, über die Sie andere Anwendungen aufrufen könnten (z. B. AutoTurn).

2.1 Bedienung - Die Steuerung im Überblick

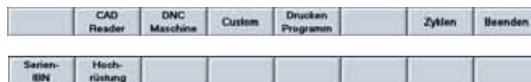
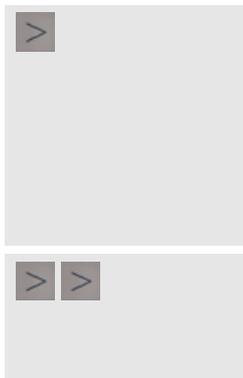


Durch wiederholtes Drücken der <Bereichsumschalttaste> () können Sie zwischen den beiden zuletzt aktiven Bedienbereichen hin- und herschalten, was z.B. beim Programmieren praktisch ist, wenn Sie parallel die Werkzeugdaten einsehen wollen.

Probieren Sie es also einmal mit den beiden Bedienbereichen 'Programm' und 'Parameter' aus.



Der "etc.-Pfeil" unten rechts weist darauf hin, dass noch weitere Funktionen oder Anwendungen zur Verfügung stehen.



Mit der Taste  auf der Flachbedientafel bzw.  + **F9** am PC * erweitern Sie das Menü, und die Softkeys werden - je nach Konfiguration unterschiedlich - neu belegt.

*  gedrückt halten, dann **F9**



Erneutes Drücken der Taste führt zurück zum Grundmenü der Bedienbereiche.

Ausschalten

Wenn ...

Wenn Sie an der Maschine arbeiten:



Beachten Sie die Angaben des Maschinenherstellers!

Schalten Sie schließlich mit dem Hauptschalter den Strom ab.

Wenn ...

Wenn Sie mit SinuTrain am PC arbeiten:



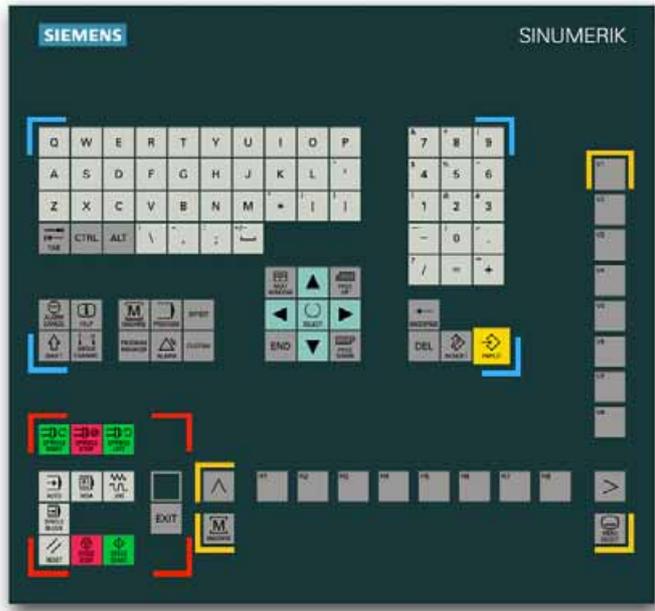
In der erweiterten Grundmenüleiste finden Sie einen Softkey zum Beenden von SinuTrain! (PC-Tastatur: **F10** >  + **F9** > **F8**)

Dabei werden alle Anwenderdaten automatisch für eine spätere Sitzung gesichert.

(Alternative: **EXIT**, siehe Seite 26.)

2.1.2 Tastatur und Bildschirmaufteilung

Beim ersten "Reinschnuppern" in die Steuerungsoberfläche haben Sie bereits die Taste <Bereichsumschaltung> () , die <etc.>-Taste () und die horizontalen Softkeys des Grundmenüs kennengelernt. Nachfolgend werden Ihnen systematisch weitere wichtige Tasten (am Beispiel der SinuTrain-Schulungstastatur in der "QWERTY"-Ausführung) und der Steuerungsbildschirm vorgestellt.



In der abgebildeten Schulungstastatur sind alle Tasten der **Flachbedientafel** und der **CNC-Volltastatur** integriert, außerdem die wichtigsten Tasten der **Maschinensteuertafel**, die auch am PC Anwendung finden.

Alle für die Arbeit mit SinuTrain benötigten Funktionen lassen sich auch direkt oder über Tasten-Kombinationen mit einer normalen PC-Tastatur ansprechen. In der nachfolgenden Tabelle sind diese zusätzlich aufgeführt.

Flachbedientafel

Taste	PC-Tasten	Erläuterung
	F1 ... F8	Über die horizontalen Softkeys (durchnummeriert von links nach rechts) wechseln Sie zwischen Bedienbereichen. Innerhalb eines Bedienbereichs gelangen Sie über diese Softkeys in weiterführende Menübereiche und Funktionen, die über die vertikalen Softkeys aufrufbar sind.
	↑ + F1 * ⋮ ↑ + F8 *	Über die vertikalen Softkeys (durchnummeriert von oben nach unten) rufen Sie Funktionen auf oder verzweigen ggf. in weitere Unterfunktionen, die wiederum über die vertikale Softkeyleiste aufrufbar sind.
	F10	Mit der Taste <Bereichsumschaltung> wird das Grundmenü mit den Bedienbereichen angezeigt.
	↑ + F9 *	Mit der Taste <etc.> erweitern Sie die horizontale Softkeyleiste.
	↑ + F10 *	Mit der <Maschinenbereichstaste> können Sie direkt in den Bedienbereich 'Maschine' springen.
	F9	Mit der Taste <Recall> schließen Sie das Fenster im Vordergrund und springen zurück in das übergeordnete Menü. Diese Funktion ist immer dann verfügbar, wenn das Tastensymbol über dem ersten horizontalen Softkey eingeblendet wird.

* gedrückt halten, dann die entsprechende <F>-Taste.

2.1 Bedienung - Die Steuerung im Überblick

CNC-Volltastatur

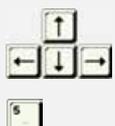
Tasten	PC-Tasten	Erläuterung
		Über den Ziffernblock geben Sie Ziffern und Grundrechenfunktionen ein. Kombiniert mit der <Shift>-Taste (siehe unten) können Sonderzeichen (?, & ...) eingegeben werden.
		Über die "QWERTY"-Tastatur geben Sie z.B. Namen von Teilprogrammen und natürlich NC-Befehle ein. (Der Name "QWERTY" rührt von der Tastenanordnung her. An Drehmaschinen wird häufig eine sogenannte "DIN"-Tastatur in alphabetischer Anordnung angebaut. Die Funktion ist identisch.)
		<Leertaste> (Space) zur Erzeugung von Leerzeichen
		Bei gedrückter <Shift>-Taste können Sie die oberen Zeichen auf doppelt belegten Tasten ansprechen und Großbuchstaben schreiben (s. o.).
		Mit der <Input>-Taste übernehmen Sie einen editierten Wert, öffnen ein Verzeichnis oder eine Datei oder markieren das Ende einer Programmzeile im Editor und springen mit dem Cursor in die nächste, neue Zeile.

Praxis-Beispiel: Sie wollen an der Steuerung folgenden NC-Satz eingeben: `G0 X40 Z-3.5`

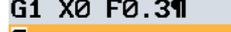
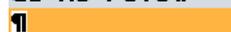
			G0	Je nach Konfiguration Ihrer Steuerung ...
			G0	• ... werden (auch ohne <Shift>-Taste) grundsätzlich Großbuchstaben geschrieben.
			G0 X40	• ... kann, anders als am PC, die <Shift>-Taste vor dem Drücken der Buchstabentaste schon wieder losgelassen werden.
			G0 X40 Z-3.5	
			G0 X40 Z-3.5	Jeder NC-Satz wird mit <Input> übernommen.
				

Die Verwendung von Großbuchstaben und die übersichtliche Gliederung der Eingaben durch ein Leerzeichen (Space) ist üblich und empfehlenswert. Die Steuerung "verstehen" aber auch diese Eingabe: `g0x40z-3.5`

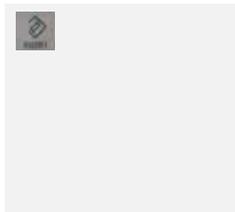
		Mit dieser Taste quittieren und löschen Sie den Alarm, der mit diesem Symbol gekennzeichnet ist.
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------

		Die Anzeige des 'i'-Symbols in der Dialogzeile weist darauf hin, dass Sie mit dieser Informationstaste weiterführende Erläuterungen zum aktuellen Bedienzustand aufrufen können. Besonders praktisch ist z. B. die 'Online-Hilfe' zu bestimmten NC-Befehlen (siehe Seite 76).
		Wenn mehrere Fenster auf dem Bildschirm angezeigt werden, hat immer nur eines davon den Fokus, erkennbar durch den farblich hervorgehobenen Fensterrahmen. Mit dieser Taste können Sie von Fenster zu Fenster durchschalten (Alternative: Mausclick ins Fenster). Tasteneingaben beziehen sich immer nur auf das Fenster mit Fokus!
		Mit den Tasten <Page Up> und <Page Down> bewegen Sie den Verschiebepalken (Scrollbar) eines Fensters. So können Sie z. B. durch lange Teileprogramme "blättern".
		Mit dieser Taste springen Sie mit dem Cursor ans Zeilen-Ende.
		Mit den vier <Pfeiltasten> können Sie den Cursor bewegen. Mit der <Selektionstaste> oder <Toggetaste> ( bzw.  auf dem Ziffernblock bei ausgeschaltetem "NUM LOCK") aktivieren oder deaktivieren Sie ein Feld oder wählen in Eingabefeldern (wenn das Togglesymbol erscheint) zwischen verschiedenen Auswahlmöglichkeiten aus (Alternative: Mausclick).
		Mit der <Delete>-Taste löschen Sie im Editor das markierte Zeichen bzw. den Wert eines Eingabefeldes.
		Mit der <Löschtaste> (<Backspace>) löschen Sie das Zeichen links vom Cursor.

Praxis-Beispiel: Sie haben den NC-Satz `G1 X0 F0.2` geschrieben und mit <Input> abgeschlossen. Nun wollen Sie den Vorschub auf 0.3 ändern. Verschiedene Wege führen zum Ziel:

		1. Möglichkeit:
		Da hier das letzte Zeichen ersetzt werden soll,
		bietet es sich an, mit <END> direkt ans
		Zeilenende zu springen und mit <Backspace>
		die 2 (das Zeichen links vom Cursor) zu löschen.
		
		
		2. Möglichkeit:
		Alternativ können Sie den Cursor Zeichen für
		Zeichen nach rechts bewegen, und, wenn der
		Cursor auf der 2 steht, diese mit löschen.
		

2.1 Bedienung - Die Steuerung im Überblick



Mit der <Edit>- bzw. <Undo>-Taste schalten Sie in Eingabefeldern in den Editiermodus um (siehe Praxis-Beispiel).

Wenn Sie einen versehentlichen Eintrag im Editiermodus ungeschehen machen wollen (engl. "undo"), drücken Sie erneut . Der überschriebene Eintrag wird dann wiederhergestellt.

Praxis-Beispiel: Sie wollen in einem Eingabefeld den Wert -82.47 in -82.475 ändern, ohne die Zahl komplett neu einzugeben. Der zu ändernde Wert ist markiert (-82.470).



-82.470

Editiermodus einschalten

-82.470

Cursor positionieren

-82.475

Ziffer 5 ergänzen

-82.475

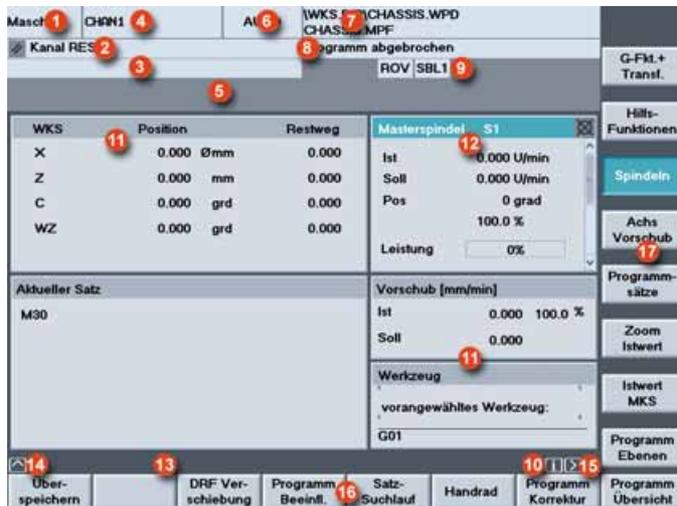
geänderten Wert übernehmen (die orange Markierung wechselt zum nächsten Eingabefeld)

Maschinensteuertafel

Taste	PC-Taste	Erläuterung
	Strg + Alt + ↑ + 4 *	Mit der Taste <Cycle Start> wird insbesondere die Abarbeitung von Programmen gestartet.
	Strg + Alt + ↑ + 5 *	Mit der Taste <Cycle Stop> wird die Bearbeitung des laufenden Programmes angehalten. Anschließend kann die Bearbeitung mit <Cycle Start> im aktuellen Satz fortgesetzt werden.
	Strg + Alt + ↑ + 3 *	Mit der <Reset>-Taste wird die Bearbeitung abgebrochen, werden Meldungen gelöscht (vgl. aber auch) und wird die Steuerung in den Grundzustand versetzt (bereit für einen neuen Programmablauf).
	Strg + Alt + ↑ + 7 *	Die Taste <Single Block> (Einzelsatz) bietet Ihnen die Möglichkeit, ein Programm Satz für Satz abzuarbeiten. Die Bearbeitung stoppt automatisch nach jedem Satz und kann mit <Cycle Start> fortgesetzt werden. Erneutes Drücken schaltet zurück auf Folgesatz.
	Strg + Alt + ↑ + 8 / 6 / 1 *	Mit diesen Tasten werden die gleichnamigen Betriebsarten AUTO, MDA und JOG aktiviert (im SinuTrain-Standard ist nur AUTO funktional).
	Strg + Alt + ↑ + 9 / 3 / 0 *	Mit diesen Tasten wird die Spindel geschaltet (im SinuTrain-Standard nicht funktional).
	Strg + Alt + ↑ + 2 *	Die Taste <EXIT> gibt es nur auf der Schulungstastatur. Mit ihr wird die Software heruntergefahren (alternativ per Softkey).

* Tasten wie abgebildet nacheinander drücken und gedrückt halten!

Bildschirmaufteilung



- 1 Hier wird der aktuelle Bedienbereich (Maschine, Parameter ...) angezeigt.
- 2 Kanalzustand (Reset, unterbrochen, aktiv)
- 3 Programmzustand (abgebrochen, läuft, angehalten)
- 4 Kanalname (in SinuTrain steht an dieser Stelle die gewählte Technologie, also z. B. 'SinuTrain_Mill')
- 5 In diesem Bereich werden Alarmer und Meldungen angezeigt, zusammen mit einer Nummer, unter der in Dokumentation weitere Erläuterungen nachgeschlagen werden können.
- 6 Betriebsart (AUTO, MDA, JOG) im Bedienbereich 'Maschine'. (In der Schulungssoftware SinuTrain ist nur die Betriebsart AUTO enthalten.)
- 7 Pfad und Programmname des angewählten Programms

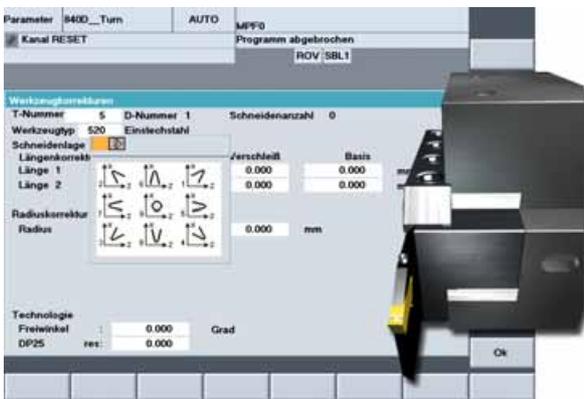
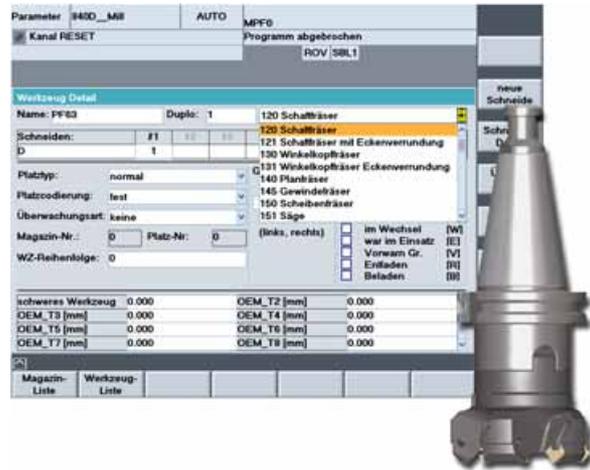
- 8 Kanalbetriebsmeldungen (z. B. "Halt: NOT-AUS aktiv" oder "Warten: Verweilzeit aktiv")
- 9 Kanalstatusanzeige (z. B. ROV: Die Korrektur für den Vorschub wirkt auch auf den Eilgangvorschub, SBL1: Einzelsatz mit Stop nach jedem Maschinenfunktionssatz)
- 10 Wenn das -Symbol eingeblendet ist, sind zusätzliche Hilfen aufrufbar (siehe Taste auf der CNC-Volltastatur).
- 11 Im mittleren Bereich des Bildschirms befinden sich - je nach Bedienbereich - Arbeitsfenster (z. B. Programm-Editor) und/oder wie hier NC-Anzeigen (Position, Vorschub, ...).
- 12 Immer nur ein Arbeitsfenster hat den Fokus. Es ist farblich hervorgehoben. In diesem Fenster sind ggf. Eingaben wirksam (siehe auch Taste).
- 13 In diesem Bereich stehen, wenn verfügbar, Bedienerhinweise.
- 14 Das 'Recall'-Symbol zeigt an, dass Sie sich in einem Untermenü befinden und es ggf. mit der Taste verlassen können.
- 15 Das 'etc.'-Symbol zeigt an, dass es weitere Funktionen gibt, die Sie mit der Taste in die horizontale Softkeyleiste einblenden können.
- 16 Horizontale Softkeys: Hier stehen die Bedienbereiche oder Hauptfunktionen.
- 17 Vertikale Softkeys: Hier stehen Untermenüs und Funktionen.

2.2 Einrichten

In diesem Kapitel lernen Sie grundlegende Handlungsfolgen beim Einrichten mit der SINUMERIK-Steuerung 840D/810D/840Di kennen.

Anhand einer Fräsmaschine in der Konfiguration "mit Werkzeugverwaltung"* lernen Sie ...

- wie Sie in der Werkzeugverwaltung ein neues Werkzeug anlegen
- wie Sie dieses ins echte Magazin und in das Magazin-Abbild in der Steuerung "einbauen" (Kapitel 2.2.1).



Bei Maschinen mit einer einfachen "Werkzeugkorrektur" werden natürlich auch Werkzeuge verwaltet, allerdings nicht über Namen, sondern über T-Nummern.

Insbesondere an Drehmaschinen, bei denen alle Werkzeuge auf dem Revolver leicht überschaubar sind, ist diese einfachere Konfiguration praxisgerecht.

Diese Konfiguration "mit Werkzeugkorrektur" wird in Kapitel 2.2.2 beschrieben.*

Im Kapitel 2.2.3 finden Sie schließlich alle Werkzeuge aufgelistet, die in den nachfolgenden Beispielprogrammen verwendet werden, und in Kapitel 2.2.4 wird das Ankratzen und Nullpunktsetzen behandelt.

* Die Vorgehensweise lässt sich ohne weiteres auf die jeweils andere Technologie übertragen!

2.2.1 Werkzeugverwaltung: Werkzeug anlegen und ins Magazin laden

Angenommen, Sie haben ein **Bearbeitungszentrum mit einem (Ketten-)Magazin**. Sie wollen einen 63er-Messerkopf in der Werkzeugverwaltung anlegen und auf einen beliebigen freien Magazinplatz einwechseln.

Setzen Sie zunächst das Werkzeug von Hand in die Spindel ein. Beachten Sie dabei die Anweisungen des Maschinen-Herstellers. Wenden Sie sich dann wieder dem Steuerungsbildschirm zu ...

Werkzeug anlegen

Tasten/Eingaben



Parameter

Bildschirm / Zeichnung

Pl	Werkzeugname	DNTyp	Laenge	Radius	SchneidS	F	Stz(min)
1	SM60	1	140	120.362	30.000	0.000	0
2	EM20	1	120	106.529	10.000	0.000	0
3	EM16	1	120	98.190	8.000	0.000	0
4	EM10	1	120	112.384	5.000	0.000	0
5	CD12	1	220	74.343	6.000	0.000	0
6	TD8_5	1	200	130.438	4.250	0.000	0
7	TD10	1	200	120.310	5.000	0.000	0
8	TD_M10	1	240	88.976	5.000	0.000	0
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Erläuterung

Rufen Sie im Grundmenü den Bedienbereich 'Parameter' auf.

Standardmäßig werden die Werkzeuge in der 'Magazin-Liste' dargestellt, sortiert nach aufsteigender Platznummer.

Werkzeug
verwaltg.

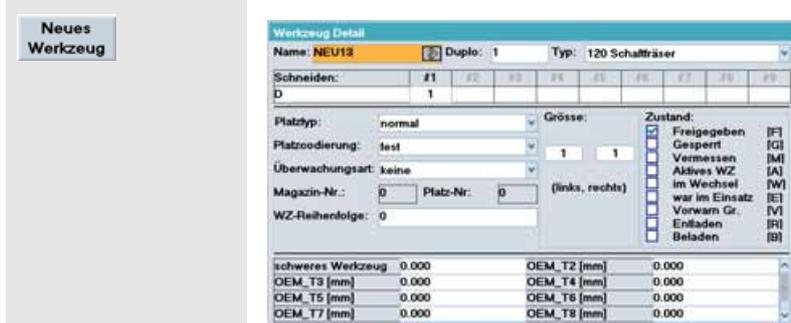
Pl	Werkzeugname	DNTyp	Laenge	Radius	SchneidS	F	Stz(min)
1	SM60	1	140	120.362	30.000	0.000	0
2	EM20	1	120	106.529	10.000	0.000	0
3	EM16	1	120	98.190	8.000	0.000	0
4	EM10	1	120	112.384	5.000	0.000	0
5	CD12	1	220	74.343	6.000	0.000	0
6	TD8_5	1	200	130.438	4.250	0.000	0
7	TD10	1	200	120.310	5.000	0.000	0
8	TD_M10	1	240	88.976	5.000	0.000	0
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Die horizontale Softkeyleiste ändert sich: Neben der Darstellung 'Magazin-Liste' ist nun auch die Darstellung 'Werkzeug-Liste' verfügbar ...

2.2 Bedienung - Einrichten



In der Darstellung 'Werkzeug-Liste' werden die Werkzeuge sortiert nach ihrer T-Nummer (TNr) aufgelistet.



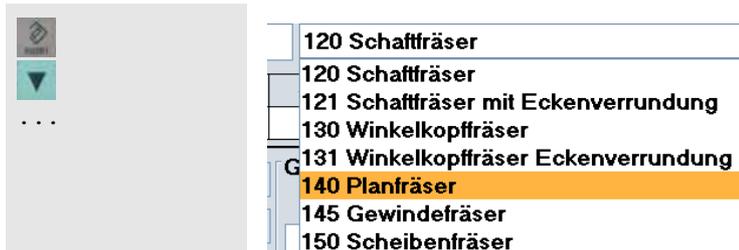
Über den vertikalen Softkey legen Sie ein neues Werkzeug an.



Geben Sie einen Namen für das neue Werkzeug ein (z. B. 'FM63' für einen Planfräser mit $\varnothing 63\text{mm}$).

Übernehmen Sie die Eingabe.

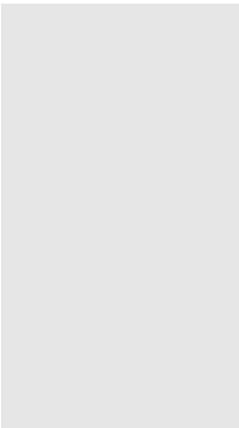
Weiter zur Auswahl-Liste 'Typ'!



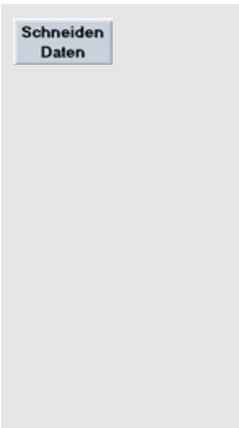
Ausgewählt ist momentan der Typ '120 Schafffräser'.

Schlagen Sie die Auswahl-Liste mit auf und markieren Sie den Typ '140 Planfräser'.

Übernehmen Sie den ausgewählten Typ.



Der Planfräser wurde angelegt.
Er hat *eine* definierte Schneide D.



Über Softkey wechseln Sie zum Fenster für die Korrekturwerte dieser Schneide.

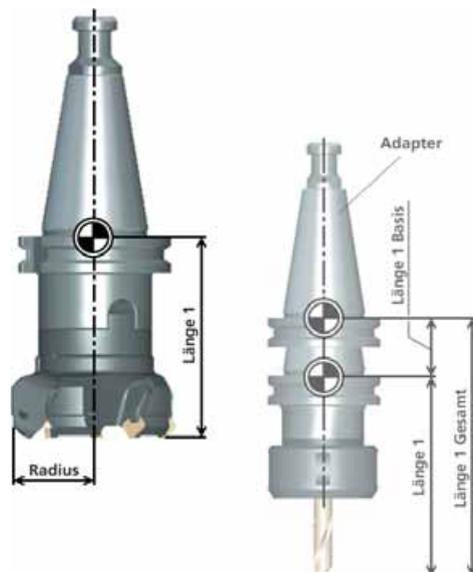
134.26 

31.5 

WZ Längenkorrektur	Länge 1: [mm]	Länge 2: [mm]	Länge 3: [mm]	Radius 1: [mm]
Geometrie	134.260			31.500
Verschleiß	0.000			0.000
Basis	0.000	0.000	0.000	

Wenn Sie den Korrekturwert für die Länge zuvor mit Hilfe eines Werkzeug-Voreinstellgerätes gemessen haben, können Sie ihn hier eintragen.

Der Radius eines 63er-Messerkopfes ist 31.5 ...



[Wenn Sie beim Nachmessen ermitteln, dass ein Werkzeug nicht mehr maßhaltig ist, können Sie diesen Differenzbetrag in der Zeile 'Verschleiß' eingeben. Die "idealen" Maße bleiben unverändert.

In der Spalte 'Basis' kann ggf. separat die Länge eines Adapters (der für verschiedene Werkzeuge verwendet wird) eingetragen werden. Dieses Maß wird der Werkzeuglänge hinzugerechnet.]

2.2 Bedienung - Einrichten



Die Werkzeugdaten sind komplett.

Zurück zur Werkzeug-Liste

Dem Werkzeug wurde automatisch eine T-Nummer zugewiesen.

Im Programm wird es aber bequem über seinen - viel aussagefähigeren - Namen aufgerufen (siehe Kapitel 3 und 4).

Wenn ...

Wenn Sie nachträglich die Daten eines Werkzeuges ändern wollen ...



Markieren Sie die Zeile des entsprechenden Werkzeuges in der Werkzeug-Liste.



Mit dem Softkey [Werkzeug-Details] öffnen Sie das Eingabefenster für die Werkzeugdaten.

...

Führen Sie die Änderungen durch.



Mit dem Softkey [<<] schließen Sie das Eingabefenster wieder und gelangen zurück zur Werkzeug-Liste.

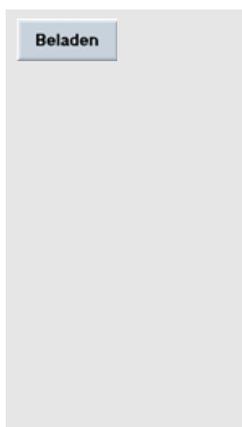
Magazin beladen



TNr	Werkzeugname	MN	PI	DNTyp
13	FM63			1 14

Markieren Sie die Zeile des Werkzeuges, das Sie ins Magazin laden wollen.

Die Felder MN (Magazin-Nummer) und PI (Platz) sind noch frei. Das Werkzeug befindet sich also quasi im Werkzeugschrank und muss noch ins Magazin geladen werden ...



Über den horizontalen Softkey rufen Sie die Funktion zum Beladen auf.

Wenn ... Wenn Sie das Werkzeug auf einen bestimmten Magazinplatz setzen wollen, ...

... können Sie die Daten von Hand eingeben:

Wenn ... Wenn Sie z. B. ein "unübersichtliches", großes Magazin haben, ...

... ist es bequem, sich von der Steuerung einen leeren Magazinplatz vorschlagen zu lassen:



Werkzeug-Liste 1

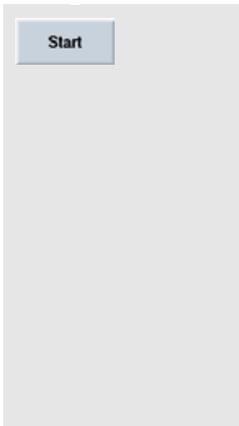
TNr	Werkzeugname	MN	PI	DNTyp	Laenge 1	Radius	S
1	SM60	1	1	1	140	120.362	30.000
3	EM20	1	2	1	120	106.529	10.000
4	EM16	1	3	1	120	98.190	8.000
5	EM10	1	4	1	120	112.384	5.000
6	CD12	1	5	1	220	74.343	6.000
7	TD8_5	1	6	1	200	130.438	4.250
8	TD10	1	7	1	200	120.310	5.000
10	T_M10	1	8	1	240	88.976	5.000
13	FM63	1	9	1	140	134.260	31.500



Werkzeug-Liste 1

TNr	Werkzeugname	MN	PI	DNTyp	Laenge 1	Radius	S
1	SM60	1	1	1	140	120.362	30.000
3	EM20	1	2	1	120	106.529	10.000
4	EM16	1	3	1	120	98.190	8.000
5	EM10	1	4	1	120	112.384	5.000
6	CD12	1	5	1	220	74.343	6.000
7	TD8_5	1	6	1	200	130.438	4.250
8	TD10	1	7	1	200	120.310	5.000
10	T_M10	1	8	1	240	88.976	5.000
13	FM63	1	9	1	140	134.260	31.500

Ermittelter Leerplatz: Magazin 1 / Platz 9



Parameter 840_Mill AUTO MPFO

Kanal RESET Programm abgebrochen ROV/SBL1

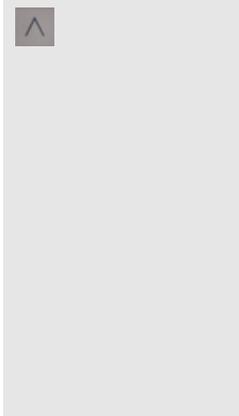
Werkzeug-Liste 1

TNr	Werkzeugname	MN	PI	DNTyp	Laenge 1	Radius	Schneid S	F
1	SM60	1	1	1	140	120.362	30.000	0.000
3	EM20	1	2	1	120	106.529	10.000	0.000
4	EM16	1	3	1	120	98.190	8.000	0.000
5	EM10	1	4	1	120	112.384	5.000	0.000
6	CD12	1	5	1	220	74.343	6.000	0.000
7	TD8_5	1	6	1	200	130.438	4.250	0.000
8	TD10	1	7	1	200	120.310	5.000	0.000
10	T_M10	1	8	1	240	88.976	5.000	0.000
13	FM63	1	9	1	140	134.260	31.500	0.000

Magazin-Liste | Werkzeug-Liste | Beladen | Entladen | Umsetzen

Starten Sie den Beladevorgang per Softkey.

Das Werkzeug wird ins Magazin geladen.



Parameter 840_Mill AUTO MPFO

Kanal RESET Programm abgebrochen ROV/SBL1

Magazin-Liste 1

Magazin: 1-KETTE_00 Plätze: 10

PI	Werkzeugname	DNTyp	Laenge 1	Radius	Schneid S	F	Stoß/min
1	SM60	1	140	120.362	30.000	0.000	0.0
2	EM20	1	120	106.529	10.000	0.000	0.0
3	EM16	1	120	98.190	8.000	0.000	0.0
4	EM10	1	120	112.384	5.000	0.000	0.0
5	CD12	1	220	74.343	6.000	0.000	0.0
6	TD8_5	1	200	130.438	4.250	0.000	0.0
7	TD10	1	200	120.310	5.000	0.000	0.0
8	T_M10	1	240	88.976	5.000	0.000	0.0
9	FM63	1	140	134.260	31.500	0.000	0.0
10							
11							
12							
13							
14							
15							

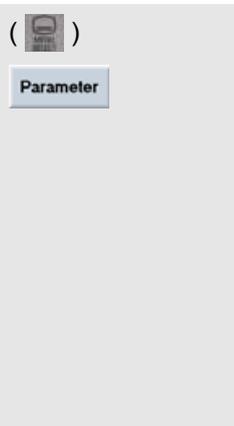
Magazin-Liste | R-Parameter | Setting-daten | Nullpunkt-verschieb. | Anwender-daten | Aktive NV + Korrekt. | Werkzeug-verwalt.

Zurück in die oberste Menü-Ebene des Bedienbereichs

2.2.2 Werkzeugkorrektur: Werkzeug anlegen

Nun die **Variante der einfachen Werkzeugverwaltung**: Ihre SINUMERIK-Steuerung verwaltet also T-Nummern und keine Werkzeugnamen. Angenommen, Sie haben eine **Drehmaschine** und wollen einen 3mm-Stechmeißel auf den Revolverplatz 5 setzen ...

Tasten/Eingaben



Bildschirm / Zeichnung



Erläuterung

Rufen Sie im Grundmenü den Bedienbereich 'Parameter' auf.

Standardmäßig werden die Korrekturdaten des ersten Werkzeugs (T1) dargestellt.

Über die vertikalen Softkeys kann man in der Korrekturliste navigieren und Veränderungen vornehmen:



Mit diesen Softkeys springen Sie zum Werkzeug mit der nächsthöheren bzw. -niedrigeren T-Nummer.



Mit diesen Softkeys navigieren Sie zwischen mehreren Schneiden eines Werkzeugs.



Mit diesem Softkey löschen Sie ein Werkzeug oder eine Schneide.

Pünktchen im Softkey symbolisieren generell, dass noch eine Abfrage erfolgt oder ein Untermenü existiert.



Sie können per Softkey gezielt zu einer bestimmten Schneide eines bestimmten Werkzeugs wechseln.



Mit diesem Softkey wechseln Sie zur Übersichtsliste aller Werkzeuge (siehe unten).



Mit diesem Softkey legen Sie ein neues Werkzeug oder eine neue Schneide an.

Übersicht...

T-Nr.	D-Nr.	Anzahl	Werkzeugtypen
1	1	1	220 Zentrierbohrer
2	1	1	500 Schnuppstahl
3	1	2	520 Einstechstahl
4	1	1	510 Schlichtstahl
6	1	1	200 Spezialbohrer
7	1	1	120 Schafräser (ohne Eckenverrundung)
8	1	1	240 Gewindebohrer Regelgewinde
9	1	1	220 Zentrierbohrer
10	1	1	500 Schnuppstahl
11	1	1	510 Schlichtstahl
12	1	1	510 Schlichtstahl
13	1	1	500 Schnuppstahl
14	1	1	120 Schafräser (ohne Eckenverrundung)
15	1	1	540 Gewindestahl

Größe des Werkzeugspeichers über alle 500 T; 500 D;

In der Übersichtsliste sehen Sie, dass die T-Nummer 5 hier noch nicht vergeben ist.

Neu...

T-Nr.	D-Nr.	Schneidenanzahl
1	1	1

Werkzeugtyp 220 Zentrierbohrer

Längenkorrektur	Geometrie	Verschleiß	Basis	
Länge 1	0.000	0.000	0.000	mm
Länge 2	70.000	0.000	0.000	mm
Länge 3	105.000	0.000	0.000	mm
Radiuskorrektur				
Radius	7.500	0.000		mm

Legen Sie per Softkeys ein neues Werkzeug an.

Neues
Werkzeug

(5)



T-Nr.	D-Nr.	Schneidenanzahl
5	1	0

Werkzeugtyp 220 Zentrierbohrer

Längenkorrektur	Geometrie	Verschleiß	Basis	
Länge 1	0.000	0.000	0.000	mm
Länge 2	0.000	0.000	0.000	mm
Länge 3	0.000	0.000	0.000	mm
Radiuskorrektur				
Radius	0.000	0.000		mm

In älteren Softwareständen muss die T-Nummer von Hand eingetragen werden. Wenn Sie eine Nummer eingeben, die bereits vergeben ist, wird dies als Hinweis angezeigt.

Ab Softwarestand 6.0 wird automatisch die erste freie T-Nummer eingetragen.

Den verschiedenen Werkzeugtypen ist eine Nummer zugeordnet. Die erste Ziffer ordnet die Werkzeuge einer Gruppe zu:

- 1xx - Fräswerkzeuge**
- 2xx - Bohrwerkzeuge**
- 4xx - Schleifwerkzeuge**
- 5xx - Drehwerkzeuge**
- 7xx - Sonderwerkzeuge**

Das Feld ist hier vorbelegt mit der Nummer 220 für den Typ 'Zentrierbohrer'.

2.2 Bedienung - Einrichten

Wenn

Wenn Sie die Typ-Nummer für den 'Einsteckstahl' noch nicht kennen ...

... können Sie den Typ aus der Liste auswählen:

DEL

Gleichzeitig mit dem Löschen der voreingestellten Nummer wird die Auswahl-Liste mit den Werkzeug-Gruppen aufgeschlagen.



...



Markieren Sie die Gruppe '5xx Drehwerkzeuge' und übernehmen Sie die Auswahl.

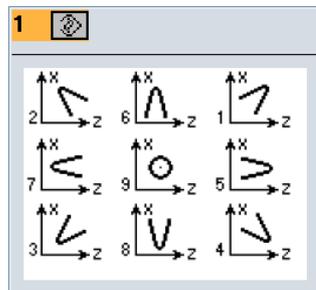


...

Wählen Sie aus der Liste nach gleichem Schema den Typ '520 Einsteckstahl' aus.

Werkzeugkorrekturen		
T-Nummer	5	D-Nummer 1
Werkzeugtyp	520	Einsteckstahl
Schneidenlage	1	

()



Wenn

Wenn Sie die Typ-Nummer für den 'Einsteckstahl' kennen ...

... können Sie die Nummer direkt eingeben:

520



Schon mit der Eingabe der ersten Ziffer wird automatisch zur Orientierung die Auswahl-Liste der Drehwerkzeuge aufgeschlagen.

Sie können die beiden hier beschriebenen Wege zum Umgang mit einer Auswahl-Liste natürlich auch kombiniert anwenden.

Spielen Sie einfach mal verschiedene Wege zur Eingabe durch, um Übung im Handling zu bekommen.

Der Werkzeug-Typ wurde ausgewählt, nächstes Thema ist die Schneidenlage ...

Zum Auswahlfeld für die Schneidenlage gibt es ein Hilfebild, das Sie mit aufrufen können.

3 

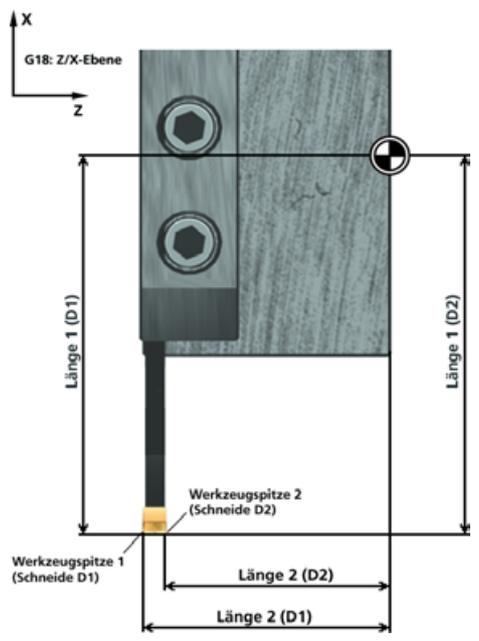
93.1 
 
 42 
 
 0.1 

**Ok+ Neue
Schneide**

 
 4 


 39 

Ok



Zunächst sollen die Korrekturwerte für die linke Schneide (D1) eingegeben werden.

Wenn Sie die Korrekturwerte zuvor mit Hilfe eines Werkzeug-Voreinstellgerätes gemessen haben, können Sie sie hier eintragen. Exemplarisch:

- Länge 1 (D1) 93.1
- Länge 2 (D1) 42
- Radius der Schneide: 0.1

Nun zur zweiten Schneide (D2):

Kennziffer der zweiten Schneide: 4



- Länge 1 (D2) wie D1
- Länge 2 (D2) 39
- Radius der Schneide: wie D1

Aus der Differenz der beiden Werte für die 'Länge 2' ergibt sich die Breite des Stechmeißels: 42 mm - 39 mm = 3 mm.

Werkzeugkorrekturen	T-Nummer	D-Nummer	Schneidanzahl	Korrekturwerte		
Längenkorrektur	5	1	2	Geometrie	Verschleiß	Basis
Länge 1				93.100	0.000	0.000 mm
Länge 2				42.000	0.000	0.000 mm
Radiuskorrektur				0.100	0.000	mm

Alle Korrekturwerte für das Werkzeug sind eingegeben. Das Werkzeug kann nun im Programm mit dem Befehl T5 angewählt werden (siehe Kapitel 3 und 4).

Zurück zum übergeordneten Menü!

Nach dem gleichen Schema können Sie nun alle Werkzeuge anlegen, die Sie für die Beispielprogramme benötigen ...

2.2 Bedienung - Einrichten

2.2.3 Werkzeuge der Beispielprogramme

In den vorangehenden Kapiteln haben Sie exemplarisch je ein Fräs- und Drehwerkzeug angelegt. In den Beispielprogrammen der Kapitel 3 und 4 werden die nachfolgend aufgelisteten Werkzeuge eingesetzt. Um diese Programme anhand der Simulationsgrafik nachvollziehen zu können, müssen Sie zuvor auch diese Werkzeuge im Bedienbereich 'Parameter' anlegen.

(Natürlich können Sie auch "eigene" Werkzeuge gleichen Typs mit anderen Namen verwenden. Achten Sie dann bei der Programmierung auf die geänderte Benennung beim Werkzeugaufruf.)



Werkzeuge in den Fräsprogrammen

Typ	Name	Schneidendaten (Auszug)	
140 Planfräser	SM60	D1	Radius 30
120 Schafffräser	EM20	D1	Radius 10
120 Schafffräser	EM16	D1	Radius 8
120 Schafffräser	EM10	D1	Radius 5
220 Zentrierbohrer	CD12	D1	Radius 6 *
200 Spiralbohrer	TD8_5	D1	Radius 4.25 *
200 Spiralbohrer	TD10	D1	Radius 5 *
240 Gewindebohrer	T_M10	D1	Radius 5 *



* Je nach Softwarestand kann der Radius eines Bohrers nur durch direktes Editieren der Werkzeug-Initialisierungsdatei eingegeben werden. Wenn Sie damit nicht vertraut sind, sollten Sie Bohrer für die Simulation als Schafffräser anlegen!

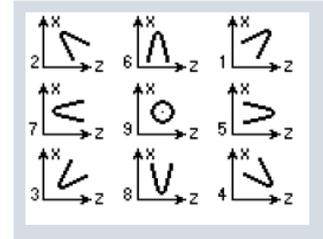
Für das Fräsen stehen insgesamt folgende Werkzeug-Typen zur Verfügung:

110 Kugelkopffräser	120 Schafffräser	121 Schafffräser mit Eckenverrundung
130 Winkelkopffräser	131 Winkelkopfr. mit Eckenverrundung	140 Planfräser
150 Scheibenfräser	155 Kegelstumpffräser	200 Spiralbohrer
205 Vollbohrer	210 Bohrstange	220 Zentrierbohrer
230 Flachsenker	240 Gewindebohrer Regelgewinde	241 Gewindebohrer Feingewinde
250 Reibahle	700 Nutsäge	710 3D-Meßtaster
711 Kantentaster	720 Orientierter Meßtaster	900 Sonderwerkzeug

Werkzeuge in den Drehprogrammen

Bei der Anlage der Drehwerkzeuge spielt, neben dem Schneidradius und den Längskorrekturen, die Sie durch Ankratzen oder mit Hilfe eines Werkzeugvoreinstellgerätes ermitteln können, auch die Schneidenlage eine wichtige Rolle.

Nebenstehend finden Sie darum noch einmal zur Orientierung das Hilfebild zur Schneidenlage.



Typ	Name	Schneidendaten (Auszug)			
500 Schruppstahl	RT1	D1	Radius 0.8	Schneidenlage 3	
500 Schruppstahl	RT2	D1	Radius 0.8	Schneidenlage 3	Freiwinkel
510 Schlichtstahl	FT1				44° **
510 Schlichtstahl	FT2	D1	Radius 0.4	Schneidenlage 3	
540 Gewindestahl	Thread	D1	Radius 0.4	Schneidenlage 3	Freiwinkel 44°
520 Einstechstahl	GT_3 ***				**
		D1		Schneidenlage 8	
200 Spiralbohrer	TD5	D1	Radius 0.1	Schneidenlage 3	Länge 2 z.B. 42
205 Vollbohrer	SD16	D2	Radius 0.1	Schneidenlage 4	Länge 2 z.B. 39
		D1	Radius 2.5 * ****		
		D1	Radius 8 * ****		



* Je nach Softwarestand kann der Radius eines Bohrers nur durch direktes Editieren der Werkzeug-Initialisierungsdatei eingegeben werden. Wenn Sie damit nicht vertraut sind, sollten Sie Bohrer für die Simulation als Schafffräser anlegen!

** Wird bei der Anlage eines Werkzeugs ein 'Freiwinkel' oder 'Freischneidwinkel' ungleich 0 eingegeben, so wird dieser beim Drehen von Hinterschnitten auf Kollision überwacht (siehe Beispiel in Kapitel 4.2).

*** Dieses Werkzeug wurde in Kapitel 2.2.2 behandelt.

**** Wenn Sie in der G17-Ebene bohren (Empfehlung), bezieht sich die Länge 1 in der Werkzeugkorrektur, abweichend von den Korrekturen der Drehwerkzeuge, auf die Z-Achse. Vgl. Kapitel 5 der Bedienungsanleitung.



Für das Drehen stehen insgesamt folgende Werkzeug-Typen zur Verfügung:

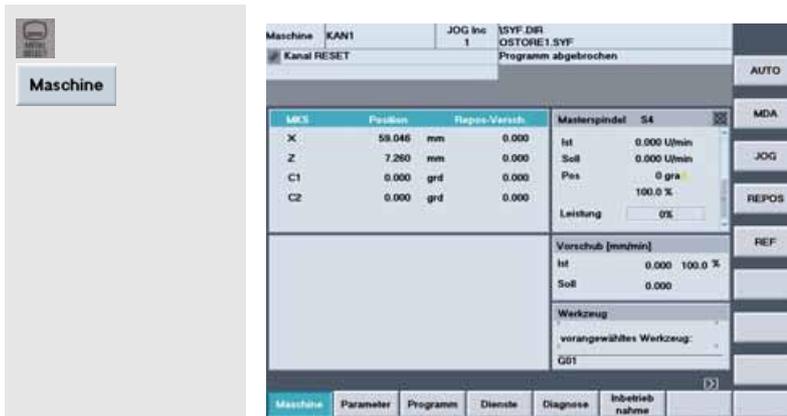
500 Schruppstahl	510 Schlichtstahl	520 Einstechstahl
530 Abstechstahl	540 Gewindestahl	730 Anschlag

Hinzu kommen die Bohr-, Fräs- und Sonderwerkzeuge, die schon bei den Fräswerkzeugen (Seite 38) aufgeführt wurden.

2.2.4 Werkstück ankratzen und Nullpunkt setzen

Beim Ankratzen verfahren Sie ein zuvor vermessenes Werkzeug vorsichtig ans Werkstück, bis es dieses "ankratzt". Aus den Korrekturdaten des Werkzeugs und der aktuellen Position des Werkzeugträgers kann die Steuerung die Nullpunktverschiebung berechnen, auf die sich die Koordinaten des NC-Programms beziehen.

Das Ankratzen und Werkstück-Nullpunkt-Setzen ist also ein unmittelbares Zusammenspiel von Steuerung und Maschine bzw. von Werkzeug und eingespanntem Werkstück. Die Funktion 'Ankratzen' ist darum **in der Schulungssoftware SinuTrain nicht nachgebildet**.



Wechseln Sie ins Grundmenü der Steuerung und rufen Sie den Bedienbereich 'Maschine' auf.

(Alternativ: Taste )



Verfahren Sie das Werkzeug z. B. in der Betriebsart 'Jog' "von Hand" (z. B. mit den Achstasten der Maschinenbedientafel) auf eine Position, die einen kollisionsfreien Werkzeugwechsel (Revolver-schwenk) ermöglicht.

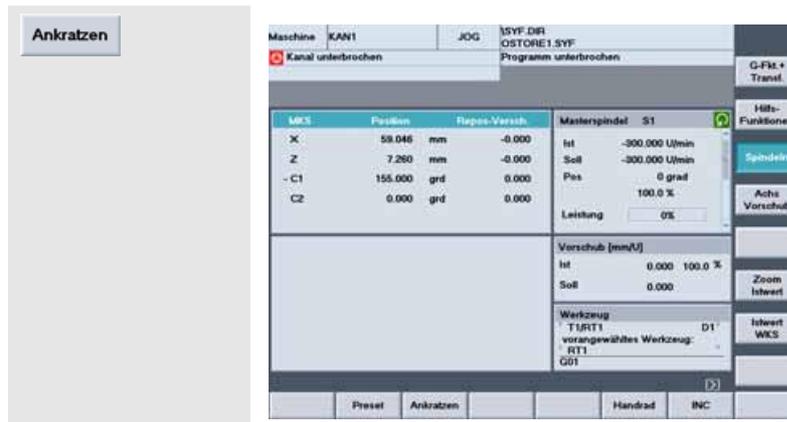


Aktivieren Sie das Werkzeug, mit dem Sie das Werkstück ankratzen wollen (z. B. indem Sie in der Betriebsart 'MDA' ein kleines Programm schreiben, das den Werkzeugaufwurf durchführt und die Spindel rotieren lässt).

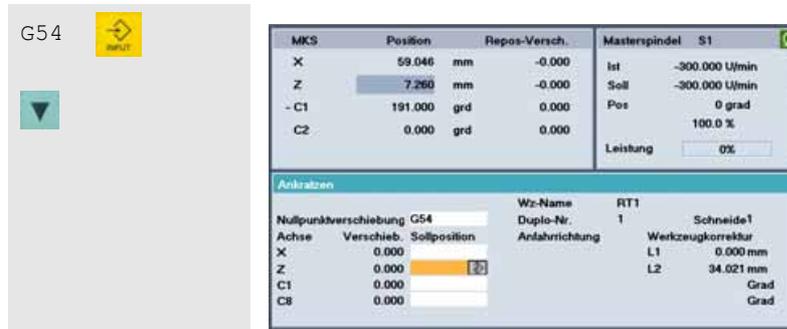
Starten Sie das Programm mit der Taste <Cycle Start> auf der Maschinenbedientafel.



Wechseln Sie anschließend wieder in den Handbetrieb (Betriebsart 'JOG') (ohne zwischendurch <Reset> oder <Cycle Stop> zu betätigen).



Hier können Sie die Funktion 'Ankratzen' über einen horizontalen Softkey aktivieren.

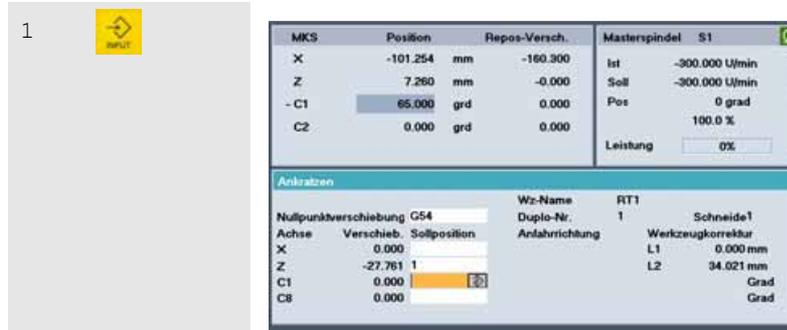


Im Funktionsfenster legen Sie zunächst fest, in welcher Nullpunktverschiebung (G54, G55 ...) Sie das Ergebnis ablegen wollen.

Setzen Sie dann den Cursor (mit <Pfeil runter>, nicht mit <Input>!) auf das Eingabefeld 'Sollposition' für die Achse, in der Sie zunächst ankratzen wollen (hier Z-Achse im Drehen).

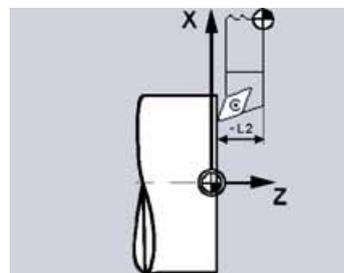


Verfahren Sie das Werkzeug vorsichtig mit den Achstasten, einem separaten Handgerät oder elektronischen Handrädern, bis es das Werkstück berührt. (Ggf. können Sie das Werkzeug dann senkrecht zur Ankratzrichtung freifahren und die Spindel stoppen.)



Tragen Sie nun in das Feld 'Sollposition' den Wert ein, den diese Koordinate später im Programm haben soll. Dabei ist die Längenkorrektur des Werkzeugs zu berücksichtigen. (siehe Hilfebild unten).

Die Verschiebung wird links neben dem Eingabefeld angezeigt.



Die Längenkorrektur des Werkzeugs in Z ('Länge 2') ist der Achse entgegengerichtet.

Die Geometrie des Werkzeuges wird demnach *negativ* bei der Berechnung der Verschiebung berücksichtigt.

Dies erfolgt durch das Umschalten auf '-' im Feld hinter der Sollposition.

2.2 Bedienung - Einrichten



Bestimmen Sie ggf. auf gleiche Weise die Nullpunktverschiebung für die übrigen Achsen (im Drehen nicht erforderlich, da die Drehmitte immer den X-Wert 0 hat).

Übernehmen Sie schließlich alle Werte in die angewählte Nullpunktverschiebung (NV), hier also G54.



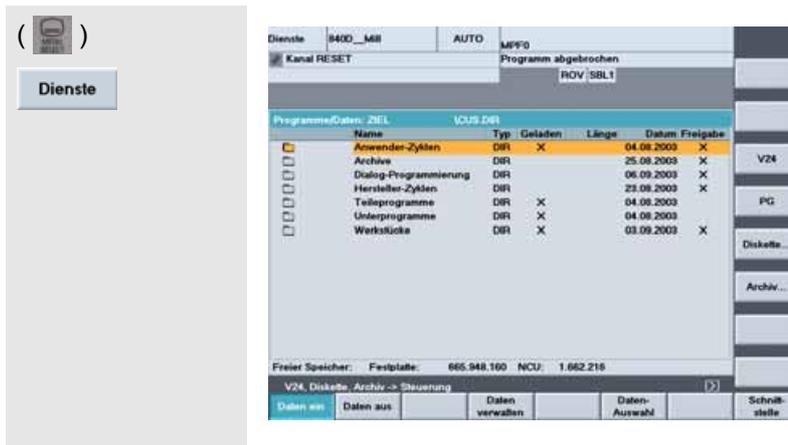
A screenshot of a CNC control screen showing a table of zero offset parameters. The table has columns for 'Achse', 'X [mm]', 'Z [mm]', and 'C[Grad]'. The 'X' column is highlighted in yellow. The table lists parameters G54 through G508, each with 'grob' and 'fein' settings. The 'X' values are mostly 0.000, except for G54 which is 0.000 and G55 which is -27.761. The 'Z' and 'C' values are all 0.000.

Parameter	Achse	X [mm]	Z [mm]	C[Grad]
G54	grob	0.000	-27.761	0.000
G54	fein	0.000	0.000	0.000
G55	grob	0.000	0.000	0.000
G55	fein	0.000	0.000	0.000
G56	grob	0.000	0.000	0.000
G56	fein	0.000	0.000	0.000
G57	grob	0.000	0.000	0.000
G57	fein	0.000	0.000	0.000
G505	grob	0.000	0.000	0.000
G505	fein	0.000	0.000	0.000
G506	grob	0.000	0.000	0.000
G506	fein	0.000	0.000	0.000
G507	grob	0.000	0.000	0.000
G507	fein	0.000	0.000	0.000
G508	grob	0.000	0.000	0.000
G508	fein	0.000	0.000	0.000

Alle Nullpunktverschiebungen der Steuerung können Sie im Bedienbereich 'Parameter' "nachschießen".

Die Nullpunktverschiebung wird bei der Abarbeitung durch Aufruf des entsprechenden Befehls (G54, G55, ...) im NC-Programm aktiv.

2.3 Bedienung - Programme verwalten und abarbeiten



Wechseln Sie ins Grundmenü der Steuerung und rufen Sie den Bedienbereich 'Dienste' auf.

Das Fenster zeigt die Verzeichnisse (Typ 'Dir' für 'Directory'), die auch im Bedienbereich 'Programm' über die horizontalen Softkeys anwählbar sind.

Das Werkstück-Verzeichnis "TEST.WPD" befindet sich also im Verzeichnis "Werkstücke.DIR":



Öffnen Sie das übergeordnete Werkstücke-Verzeichnis ...



... und markieren Sie das Verzeichnis, das Sie auf Diskette sichern wollen (hier also "TEST.WPD").



Als aktiv markiert ist im Bild der Softkey [Daten ein].

Mit dem Softkey [Daten aus] schalten Sie um auf Datenausgabe.



Diskette: ZIEL		A:		
	Name	Geladen	Länge	Datum
	GEO.ARC		1086	26.08.2003
	MATHE.ARC		1784	28.08.2003
	PLATTE_22.ARC		1784	28.08.2003
	V1000.MPF		1895	26.08.2003

Archivname: TEST Archivformat: Lochstreifen mit CR + LF

Im Fenster wird der Inhalt der Diskette angezeigt. Den Fokus hat das Feld 'Archivname'. Es ist mit dem Werkstück-Namen vorbelegt.

Wenn ...

Wenn Sie sich vor dem Speichern vergewissern wollen, welche Dateien schon auf der Diskette vorhanden sind ...



Diskette: ZIEL		A:		
	Name	Geladen	Länge	Datum
	GEO.ARC		1086	26.08.2003
	MATHE.ARC		1784	28.08.2003
	PLATTE_22.ARC		1784	28.08.2003
	V1000.MPF		1895	26.08.2003

Archivname: TEST Archivformat: Lochstreifen mit CR + LF

Mit der <Tab>-Taste oder der <END>-Taste schalten Sie den Fokus weiter, bis der orange Balken eine Zeile in der Dateiliste markiert.



Diskette: ZIEL		A:\V1000.MPF		
	Name	Geladen	Länge	Datum
	GEO.ARC		1086	26.08.2003
	MATHE.ARC		1784	28.08.2003
	PLATTE_22.ARC		1784	28.08.2003
	V1000.MPF		1895	26.08.2003

Archivname: V1000 Archivformat: Lochstreifen mit CR + LF

Mit den Tasten <Pfeil runter> und <Pfeil rauf> können Sie nun den Cursor in der Dateiliste bewegen. Dabei wird der Name der markierten Datei ins Feld 'Archivname' übernommen (und würde ggf. überschrieben!).



Diskette: ZIEL		A:\V1000.MPF		
	Name	Geladen	Länge	Datum
	GEO.ARC		1086	26.08.2003
	MATHE.ARC		1784	28.08.2003
	PLATTE_22.ARC		1784	28.08.2003
	V1000.MPF		1895	26.08.2003

Archivname: TEST Archivformat: Lochstreifen mit CR + LF

Schalten Sie mit <Tab> den Fokus zurück auf das Feld 'Archivname' und tragen Sie wieder den Namen des Werkstückes ein.



SPRITZFORM	
	TEST
	UMLENKHEBEL

Freier Speicher: Festplatte: 654.254..

Auftrag ist fertig

Daten ein Daten aus ve

Starten Sie das Überspielen der Daten von der Steuerung auf die Diskette.

Der Übertragungsvorgang wird in der Hinweiszeile protokolliert. Wenn die Daten erfolgreich überspielt wurden, erscheint die Meldung "Auftrag ist fertig."



TEST	
	MUSTERPROGRAMM
	UP20

Freier Speicher: Festplatte: 654.254..

Auftrag ist fertig

Daten ein Daten aus ve

Öffnen Sie nun das Werkstück-Verzeichnis "TEST.WPD", markieren das Teileprogramm "MUSTERPROGRAMM.MPF" ...

2.3 Bedienung - Programme verwalten und abarbeiten



... und überspielen dieses zur Übung noch einmal separat auf die Diskette.



Wechseln Sie anschließend ins Menü [Daten verwalten] und lassen Sie sich dort den Inhalt der [Diskette] anzeigen.

Das Werkstück-Verzeichnis "TEST.WPD" wurde mit den darin enthaltenen Dateien als "TEST.ARC" gespeichert.

Die Programm-Datei "MUSTERPROGRAMM.MPF" wurde als "MUSTERPRAMM.ARC" gespeichert.

Hintergrund:

Die Endung "ARC" steht für Archiv. Innerhalb der Archivdatei "TEST.ARC" bleibt die komplette Datenstruktur mit Werkstück-Verzeichnis, Teile- und Unterprogramm erhalten.

Beim Rücksichern einer ARC-Datei wird diese Struktur wiederhergestellt.



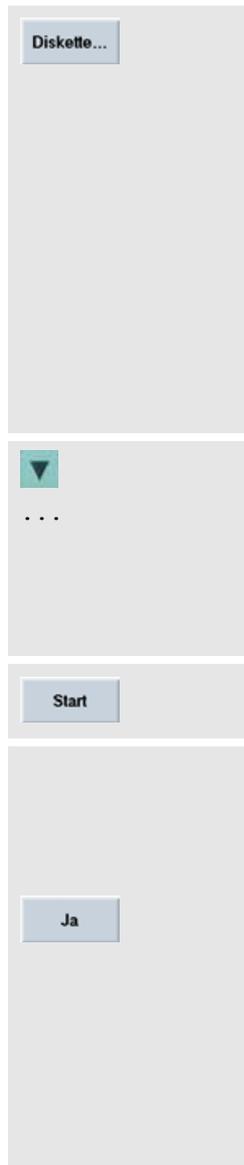
Verlassen Sie das Menü wieder mit der <Recall>-Taste.

Der Cursor markiert wieder die soeben auf die Diskette kopierte Datei.

Diskette -> Steuerung (Einlesen)



Wählen Sie nun das Menü zum Einlesen von Daten.



Dienste		840D_Mill	AUTO	MPFD
Kanal RESET		Programm abgebrochen		
		ROV/SBLI		
Programme/Daten: ZIEL		WKSITEST\MUSTERPROGRAMM.MPF		
Name	Typ	Geladen	Länge	Datum Freigabe
<input type="checkbox"/>	FLUEGEL	WPD		03.09.2003 X
<input type="checkbox"/>	FORMPLATTE	WPD		03.09.2003 X
<input type="checkbox"/>	HEBEL	WPD		03.09.2003 X
<input type="checkbox"/>	IM_32	WPD		04.09.2003 X
<input type="checkbox"/>	KRANHAKEN	WPD		03.09.2003 X
<input type="checkbox"/>	LAENGSFUEHRUNG	WPD		04.09.2003 X
<input type="checkbox"/>	LAGER	WPD		03.09.2003 X
Diskette: QUELLE		A:\MUSTERPROGRAMM.ARC		
Name	Geladen	Länge	Datum	
<input checked="" type="checkbox"/>	GEO.ARC	1086	26.08.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	MATHE.ARC	1784	28.08.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	MUSTERPROGRAMM.ARC	197	07.09.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	PLATTE_22.ARC	1784	28.08.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	TEST.ARC	372	07.09.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	V1000.MPF	1895	26.08.2003	
Freier Speicher: Festplatte: 654.151.680		NCU: 1.662.216		
Diskette -> Steuerung				
Daten ein	Daten aus	Daten verwalten	Protokoll	Daten-Auswahl

Es soll das Teileprogramm, das als "MUSTERPROGRAMM.ARC" auf der Diskette gespeichert wurde, zurück auf die Steuerung übertragen werden.

Diskette: QUELLE		A:\MUSTERPROGRAMM.ARC		
Name	Geladen	Länge	Datum	
<input checked="" type="checkbox"/>	GEO.ARC	1086	26.08.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	MATHE.ARC	1784	28.08.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	MUSTERPROGRAMM.ARC	197	07.09.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	PLATTE_22.ARC	1784	28.08.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	TEST.ARC	372	07.09.2003	
<input checked="" type="checkbox"/>	V1000.MPF	1895	26.08.2003	
Freier Speicher: Festplatte: 654.151.680		NCU: 1.662.216		

Markieren Sie die Datei "MUSTERPROGRAMM.ARC" in der Dateiliste der Diskette ...

... und starten Sie die Übertragung.

Dienste		840D_Mill	AUTO	MPFD
Kanal RESET		Programm abgebrochen		
		ROV/SBLI		
Auftragsprotokoll für Diskette -> Steuerung				
Auftrag	Archiv einlesen			
Archiv	MUSTERPROGRAMM.ARC			
Bytes	197			
Auftragsliste	WKSITEST\MUSTERPROGRAMM.MPF			
Rückfrage				
Die markierte Datei existiert bereits! Überschreiben?				
Fehlerliste				
Bitte Rückfrage im Protokollfenster quittieren				
Daten ein	Daten aus	Daten verwalten	Protokoll	Daten-Auswahl

Weil das ursprüngliche Teileprogramm noch auf der Steuerung vorhanden ist, erfolgt eine Rückfrage, ob dieses überschrieben werden soll.

Quittieren Sie die Frage mit [Ja].

Die Datei wurde durch ihre eigene Kopie ersetzt.

2.3.2 Programm freigeben, laden, anwählen und abarbeiten

Wenn ein Programm noch nicht fertig geschrieben ist bzw. noch getestet werden muss, können Sie ihm die 'Freigabe' entziehen und damit verhindern, dass es geladen, angewählt und abgearbeitet werden kann.

Um ein Programm abarbeiten zu können, muss es sich im NC-Hauptspeicher befinden. Dies geschieht, wenn die Steuerung über eine Festplatte verfügt, über die Funktion 'Laden'. Da der Speicherplatz des NC-Hauptspeichers begrenzt ist, sollten Sie Programme, die vorübergehend nicht mehr benötigt werden, anschließend wieder entladen, also auf die Festplatte (wenn vorhanden) zurückspeichern.

Jeweils eins der geladenen Programme kann zur Abarbeitung angewählt werden. Dies geschieht über die Funktion 'Anwahl'. Der Name des angewählten Programms erscheint dann oben rechts in der Kopfzeile des Bildschirms.

Bevor Sie ein Programm starten, sollten Sie unbedingt die folgenden Punkte beachten:



Prüfen Sie gewissenhaft anhand der Simulation, ob das Programm fehlerfrei ist.

Es wird keine Gewähr für die in diesem Heft aufgeführten Musterprogramme übernommen!

Insbesondere die Schnittdaten (Drehzahl, Vorschub, Schnittbreite) müssen ggf. den Bedingungen an Ihrer Maschine angepasst werden.

Vergewissern Sie sich, dass alle im Programm verwendeten Werkzeuge im Magazin bzw. im Revolver vorhanden und korrekt vermessen sind!

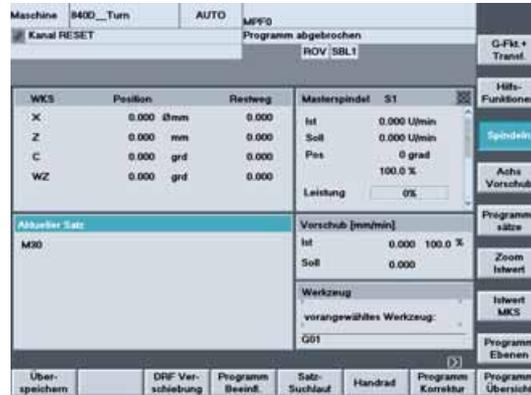
Vergewissern Sie sich, dass das Werkstück sicher eingespannt und der Nullpunkt richtig gesetzt ist!

Unter Umständen ist es ratsam, das Programm erst einmal "trocken", d. h. ohne Werkstück durchlaufen zu lassen, um alle programmierten Bewegungen noch einmal auf Kollision testen zu können.

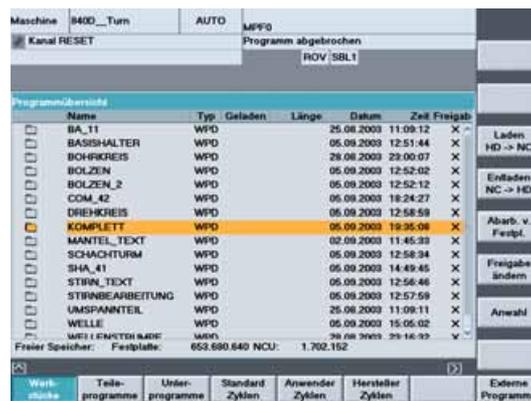
Drehen Sie den Vorschub-Override vor dem ersten Testlauf eines Programms auf NULL, um später auch bei falsch programmierten Eilgangwegen Zeit zum Eingreifen zu haben.

An besonders kritischen Stellen sollten Sie zudem auf Einzelsatz-Betrieb schalten.

Nun zum konkreten Beispiel: Sie haben im Bedienbereich 'Programm' das Werkstück "Komplett" programmiert oder im Bedienbereich 'Dienste' die Programmdatei z. B. von Diskette geladen ...



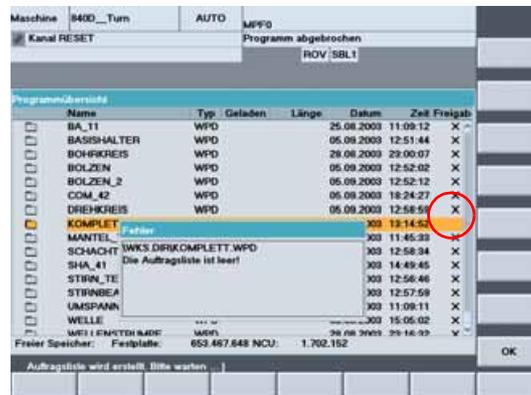
Wechseln Sie in den Bedienbereich 'Maschine'.



Wenn eine andere Betriebsart aktiv ist, aktivieren Sie die Betriebsart 'AUTO'.

Öffnen Sie die Programm-Übersicht ...

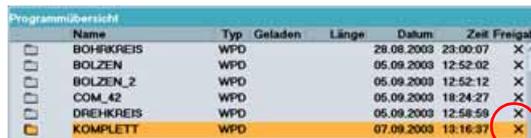
... und markieren Sie das Werkstück(-Verzeichnis) 'KOMPLETT'.



Das Werkstück ist bereits freigegeben.

Zur Übung können Sie ...

- dem Werkstück zunächst einmal die Freigabe entziehen, ...
- es dann (vergeblich) versuchen zu laden, ...



- die Meldung quittieren ...
- und schließlich das Werkstück wieder freigeben.

2.3 Bedienung - Programme verwalten und abarbeiten



Name	Typ	Geladen	Länge	Datum	Zeit Freigab
BOHRKREIS	WPD			28.08.2003	23:00:07
BOLZEN	WPD			05.09.2003	12:52:02
BOLZEN_2	WPD			05.09.2003	12:52:12
COM_42	WPD			05.09.2003	18:24:27
DREHKREIS	WPD			05.09.2003	12:58:59
KOMPLETT	WPD	X		07.09.2003	13:18:53

Laden Sie nun das Werkstück in den NC-Hauptspeicher.

Name	Typ	Geladen	Länge	Datum	Zeit Freigab
BOHRKREIS	WPD			28.08.2003	23:00:07
BOLZEN	WPD			05.09.2003	12:52:02
BOLZEN_2	WPD			05.09.2003	12:52:12
COM_42	WPD			05.09.2003	18:24:27
DREHKREIS	WPD			05.09.2003	12:58:59
KOMPLETT	WPD	X		07.09.2003	13:18:53
DPWP	INI		12523	05.09.2003	19:24:10
KOMPLETT	MPF	X	1962	05.09.2003	19:35:05
KONTUR	SPF	X	712	05.09.2003	17:18:20
WWP	SPF	X	59	05.09.2003	19:20:20

Wenn Sie mit <Input> das Werkstück-Verzeichnis öffnen, sehen Sie, dass mit dem Laden des Verzeichnisses alle darin enthaltenen Programme (Teilprogramm "KOMPLETT.MPF" und Unterprogramme "KONTUR.SPF" und "WWP.SPF") mit geladen wurden.

In der Datei DPWP.INI ist die Konfiguration der Simulation gespeichert. Sie wird für die Abarbeitung auf der Maschine nicht benötigt und darum auch nicht mit geladen.

Wenn Wenn wie hier das Werkstück-Verzeichnis und das Teilprogramm den gleichen Namen haben ...

Wenn Wenn das zu bearbeitende Teilprogramm einen anderen Namen hat als das Werkstück-Verzeichnis (weil z. B. das Teil von zwei Seiten bearbeitet werden soll Sie darum zwei Hauptprogramme namens "SEITE_1" und SEITE_2" angelegt haben) ..



... wird durch die 'Anwahl' des Werkstücks (Typ 'WPD') automatisch das gleichnamige Teilprogramm (Typ 'MPF') geladen.

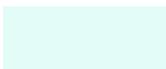
KOMPLETT	WPD	X
DPWP	INI	
KOMPLETT	MPF	X
KONTUR	SPF	X
WWP	SPF	X



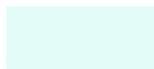
... markieren Sie das Teilprogramm (Typ 'MPF') innerhalb des Werkstück-Verzeichnisses und drücken Sie dann [Anwahl].

UMSPANnteil	WPD	X
DPWP	INI	
SEITE_1	MPF	X
SEITE_2	MPF	X

In der Kopfzeile des Bildschirms steht nun der Name des angewählten Programms:



AUTO WKS.DIR\KOMPLETT.WPD
KOMPLETT.MPF



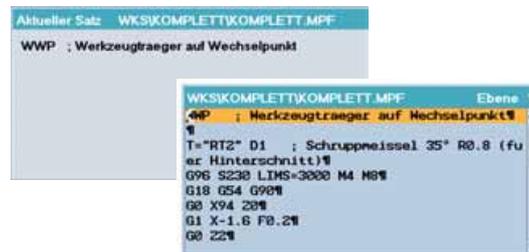
AUTO WKS.DIR\UMSPANnteil.WPD
SEITE_1.MPF



Verlassen Sie die Programm-Übersicht mit der <Recall>-Taste

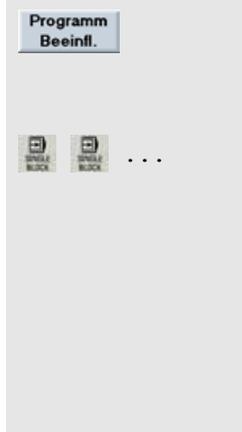


Im gelb hervorgehobenen Fenster ist nun der 'Aktuelle Satz' (also der erste Satz) des angewählten Programmes zu sehen.



Alternativ kann in diesem Fenster auch das ganze Programm angezeigt werden.

(Mit [Programm Ablauf] und [Programmsätze] können Sie zwischen diesen beiden Darstellungen wechseln).



Sie haben verschiedene Möglichkeiten, auf den Ablauf des Programms Einfluss zu nehmen.

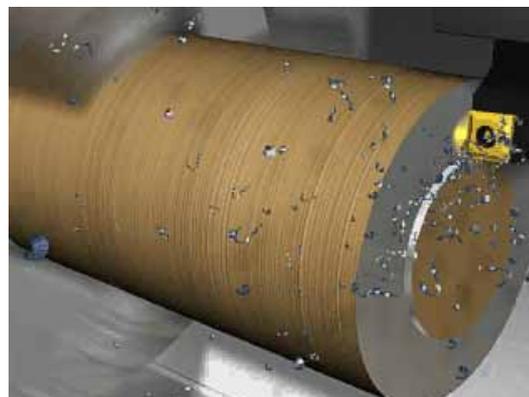
Der Status wird in einer Statuszeile oben auf dem Bildschirm angezeigt.

Den aktiven Einzelsatzmodus (SBL1, SBL2 oder SBL3) können Sie zudem mit der Taste <SingleBlock> auf der Maschinenbedientafel jederzeit aktivieren und deaktivieren.



Starten Sie schließlich das Programm.

Drehen Sie vorsichtig den Vorschub-Override auf, wenn Sie das Programm zum ersten Mal abfahren.



In kritischen Situationen:



3 Programmierung Fräsen

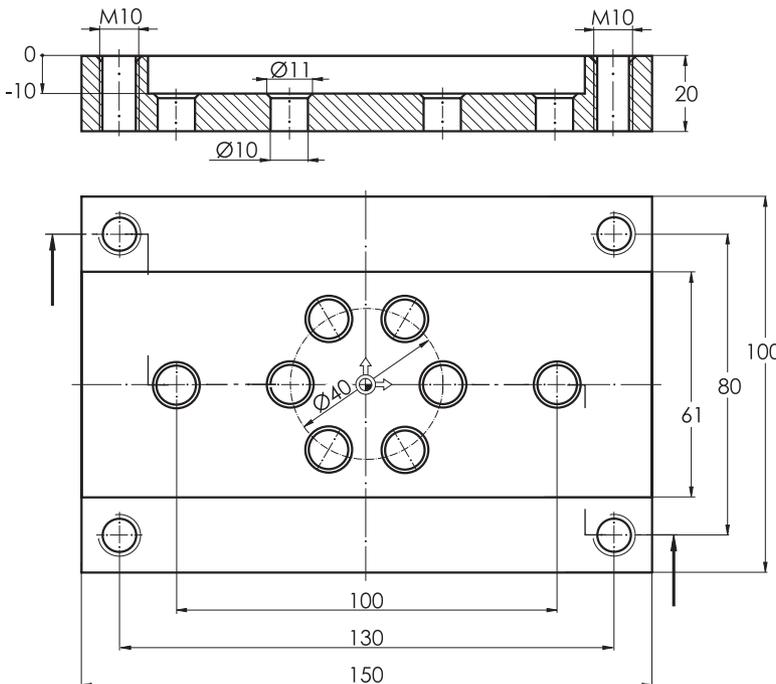
In diesem Kapitel lernen Sie anhand zweier einfacher Musterwerkstücke die Programmierung der Steuerungen SINUMERIK 810D/840D/840Di kennen.



Natürlich wird hier nicht alles behandelt, was mit diesen mächtigen Steuerungen möglich ist. Aber wenn Sie diese beiden Werkstücke nachprogrammiert haben, sind Sie gerüstet, sich selbstständig weiter einzuarbeiten.

3.1 Werkstück "Längsführung"

Anhand des Werkstücks "Längsführung" lernen Sie Taste für Taste den kompletten Weg von der Zeichnung zum fertigen NC-Programm kennen. Dabei werden folgende Themen behandelt:



- Gliederung in Werkstück, Teileprogramm und Unterprogramm
- Werkzeugaufruf und Werkzeugwechsel
- Grundlegende Funktionen
- Technologische Funktionen (Schnittdaten)
- Einfache Verfahrenwege ohne Fräserradiuskorrektur
- Bohren mit Zyklen und Unterprogramm-Technik
- Simulation zur Kontrolle der Programmierung

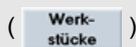


3.1.1 Werkstück und Teileprogramm anlegen

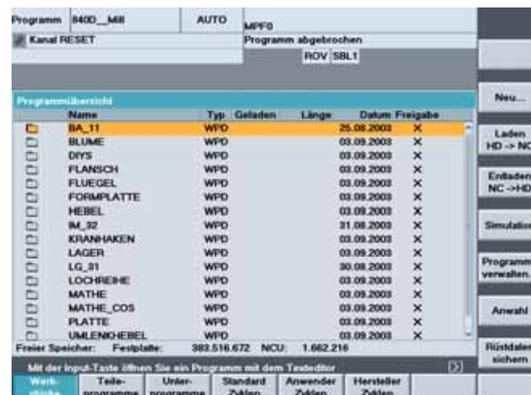
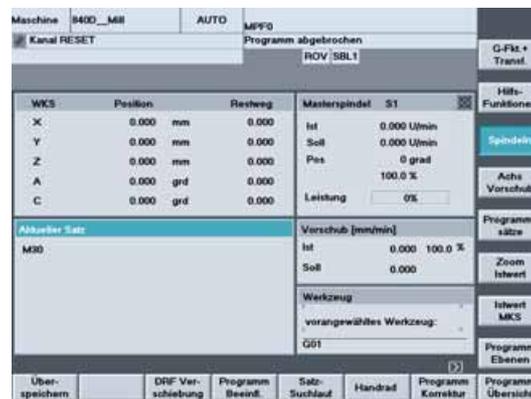
Tasten/Eingaben



Programm



Bildschirm / Zeichnung



Erläuterung

Ausgangszustand:

- Beliebiger Bedienbereich (hier 'Maschine') und Bedienart (hier 'AUTO')
- Kanalzustand RESET, d. h. es wird momentan kein Program abgearbeitet. Falls noch nicht erfolgt, versetzen Sie die Steuerung mit der <Reset>-Taste in den 'Reset'-Zustand (siehe Statuszeile oben links).

Wechsel in das Grundmenü

In der horizontalen Softkeyleiste stehen die Bedienbereiche. Der aktive Bedienbereich 'Maschine' ist schwarz hervorgehoben.

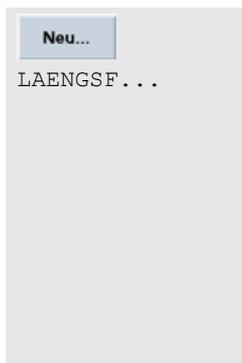
Wechsel per Softkey in den Bedienbereich 'Programm'

Es gibt verschiedene Programmtypen, die nun in der Softkeyleiste aufgeführt sind.

Der markierte Typ 'Werkstücke' (WPD) ist ein Verzeichnis, in das alle relevanten Daten einer Bearbeitungsaufgabe (Teileprogramme, Unterprogramme etc.) abgelegt werden können.

So lassen sich alle Dateien übersichtlich gliedern.

3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"



Legen Sie ein neues Werkstück-Verzeichnis für die "Längsführung" an.

Geben Sie den Werkstück-Namen ein (zwischen Groß- und Kleinbuchstaben wird dabei nicht unterschieden).

Beachten Sie, dass jeder Name nur einmal verwendet werden kann. (Unter Umständen müssen Sie also einen anderen Namen wählen.)



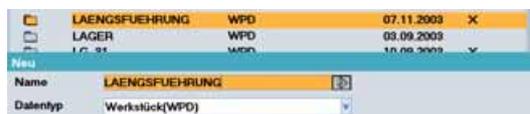
Text- und Zahleneingaben übernehmen Sie an der Steuerungstastatur immer mit der gelben <Input>-Taste, am PC mit <Return>.



Da Sie ein Werkstück (WPD = WorkPieceDirectory) anlegen wollen, können Sie den voreingestellten Dateityp ohne Änderung übernehmen.

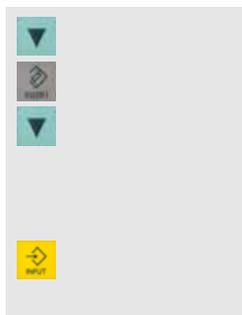
Kern der Bearbeitung ist das Teileprogramm.

Im neu angelegten Werkstück-Verzeichnis soll ein solches Teileprogramm angelegt werden.



Der Name wird bei der Neu-Anlage automatisch vom Werkstück-Verzeichnis übernommen.

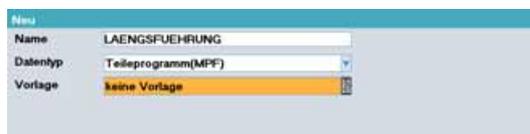
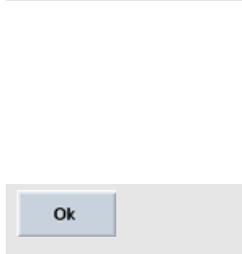
Als 'Dateityp' ist jedoch noch 'Werkstück (WPD)' voreingestellt.



Mit der <Edit>-Taste öffnen Sie die Liste der 'Dateitypen'. Markieren und übernehmen Sie den Typen 'Teileprogramm (MPF)'!

(MPF = Main Program File)

(Alternativ können Sie auch über den Anfangsbuchstaben "T" den gewünschten Typ direkt auswählen.)



Eine Vorlage wird hier nicht verwendet.

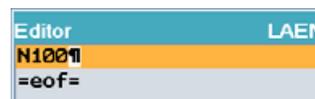


Es wird der Editor geöffnet, in dem das Programm geschrieben wird.

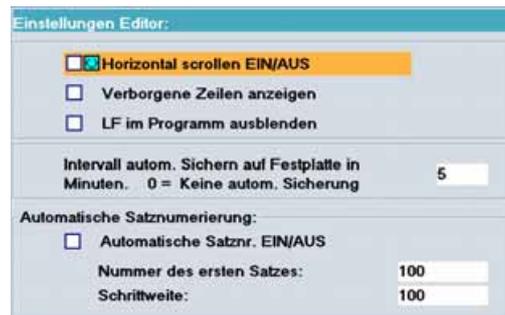
In der Kopfzeile steht der Name des Werkstück-Verzeichnisses und dahinter der Name des Hauptprogramms.

Die erste Programmzeile ist markiert. = eof = markiert das Programm-Ende (End of File).

Wenn ...



Wenn an Ihrer Steuerung die automatische Satznummerierung aktiv ist ...



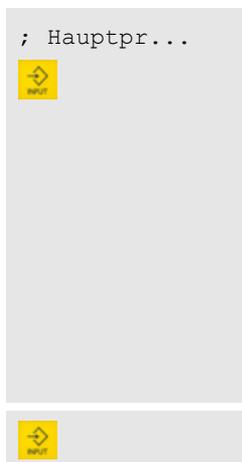
Es soll **ohne** automatische Zeilennummerierung programmiert werden.

Die Steuerung arbeitet auch ohne Satznummern, und das Schreiben eines Programmes ohne Nummern ist komfortabler.

Sie können später über <Neu nummerieren> automatisch Satznummern ergänzen.

Übernehmen Sie die geänderte Einstellungsmaske.

Löschen Sie die automatisch angelegt erste Zeilennummer.



Das Semikolon kennzeichnet eine Kommentarzeile.

Jeden Programmsatz übernehmen Sie mit <Input> ...

Wenn Sie wollen, können Sie in weiteren Kommentarzeilen z. B. die verwendeten Werkzeuge aufführen ...

```
; Werkzeugliste:
; Igelfräser 60mm
; ...
```

Eine extra Leerzeile (durch <Input>) dient der Gliederung des Programms.

3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"

3.1.2 Werkzeugaufruf und Werkzeugwechsel

Entweder Wenn Sie eine Steuerung verwenden, die Werkzeuge mit Klartextnamen verwaltet (vgl. Kapitel 2.2.1)

Oder Wenn Sie eine Steuerung verwenden, die Werkzeuge mit T-Nummern verwaltet (vgl. Kapitel 2.2.2) ...

T="SM60" ; Igelfräser D60mm 

T17 ; Igelfräser D60mm 



Das Werkzeug (T = Tool) wird mit seinem Klartextnamen angewählt, der in der Werkzeugverwaltung (Bedienbereich 'Parameter') vergeben wurde.

Das Werkzeug (T = Tool) wird mit seiner T-Nummer angewählt, die in der Werkzeugverwaltung (Bedienbereich 'Parameter') vergeben wurde.

Achtung: Auf diese Fallunterscheidung bei der Werkzeugverwaltung wird später nicht noch einmal eingegangen. Sie müssen den Werkzeugaufruf dann selbständig ändern!

M6 

An Maschinen mit Werkzeugwechsler ruft M6 den Werkzeugwechsel auf.

3.1.3 Grundlegende Funktionen

G17 G54 G64 G90 G94 

Dies sind grundlegende Funktionen, die in der nachfolgenden Übersicht näher erläutert werden. Oft gelten diese Funktionen für ein ganzes Programm. Sicherheitshalber aber wird empfohlen, diese Funktionen bei jedem Werkzeugwechsel aufzuführen.

Erläuterung der Funktionen	Funktionen der gleichen Gruppe
G17 - Ebenenanwahl XY-Ebene	G18 - Ebenenanwahl XZ-Ebene G19 - Ebenenanwahl YZ-Ebene
G54 - Aktivierung der ersten Nullpunktverschiebung	G55, G56, G57 - weitere Nullpunktverschiebungen G53 - Aufheben aller Nullpunktverschiebungen (satzweise wirksam) G500 - Ausschalten aller Nullpunktverschiebungen
G64 - Verschleifen. Der Zielpunkt eines Verfahr-satzes wird nicht ganz exakt angefahren, sondern es gibt eine kleine Verrundung zum nachfolgenden Verfahrweg.	G60 - Genauhalt. Der Zielpunkt wird exakt angefahren. Dafür werden alle Achsantriebe bis zum Stillstand abgebremst.
G90 - Programmierung von Absolutmaßen	G91 - Programmierung von Inkrementalmaßen (Kettenmaßen)
G94 - Mit F wird die Vorschubgeschwindigkeit in mm/min programmiert.	G95 - Mit F wird der Vorschub in mm (pro Umdrehung) programmiert.

Funktionen einer Gruppe heben sich gegenseitig auf. Welche Funktionen gerade aktiv sind, können Sie im Bedienbereich 'Maschine' per Softkey  "nachschieben".

```

Editor LAENGFUEHRUNG/LAENGFUEHRUNG.MPF
: Hauptprogramm Längsführung
:
T="S460" : Igelfräser D60mm
M6
G17 G54 G64 G98 G94
:
: eof

```

Soweit die ersten Zeilen des Programms!

Das erste Werkzeug wurde eingewechselt und wichtige, generelle Grundeinstellungen festgelegt.

Mit diesem 60 mm breiten Werkzeug soll nun die 61 mm breite Nut vorgefräst werden.

3.1.4 Einfache Verfahrenswege ohne Fräserradiuskorrektur

G0 X110 Y0

Im Eilgang (G0) wird das Werkzeug zunächst in der Ebene XY auf seine Startposition bewegt.

110 = X-Wert der Werkstückkante + Fräserradius + Sicherheitsabstand = $150/2 + 60/2 + 5$

(Die -Taste zur Übernahme einer Programmzeile wird ab hier im Sinne einer besseren Lesbarkeit nicht mehr extra aufgeführt. Übernehmen Sie selbständig jede Zeile mit !)

G0 Z2 S600 M3 M8

Bevor der Fräser auf Frästiefe gefahren wird, positioniert man ihn auf einer Zwischenebene (Z2) oberhalb der Werkstück-Oberfläche.

Das gibt Sicherheit beim Einfahren des Programms (falls der Werkstück-Nullpunkt oder die Werkzeugkorrektur versehentlich falsch gesetzt wurde). Außerdem kann in diesem Satz bereits die Spindel hochlaufen und das Kühlmittel eingeschaltet werden.*

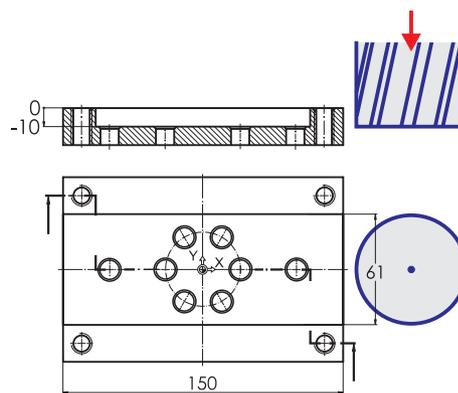
S600 Drehzahl $S = 600 \text{ min}^{-1}$

M3 Werkzeug dreht im Uhrzeigersinn (Rechtslauf)

M8 Kühlmittel wird eingeschaltet

* Achtung: Alle verwendeten technologischen Daten sind lediglich Beispielwerte. Verwenden Sie an der Maschine eigene Erfahrungswerte und beachten Sie die Angaben im Werkzeugkatalog!

G0 Z-10



Im Eilgang (G0) wird weiter auf die Bearbeitungstiefe gefahren.

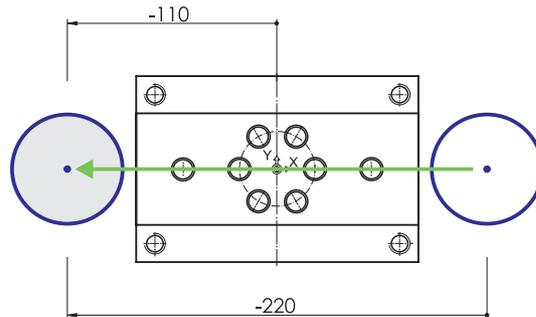
Anmerkung:

Aus Sicherheitsgründen ist dieser Verfahrenswege gegebenenfalls als G1-Satz im Vorschub auszuführen:

G1 Z-10 F400

3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"

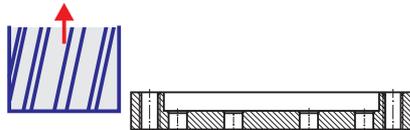
G1 X-110 F400



Der Fräser fährt im Vorschub (Vorschubgeschwindigkeit 400 mm/min) auf einer Geraden (G1) **auf** den Zielpunkt X-110 (Absolutmaß bezogen auf den Nullpunkt).

Bei G91 (Inkrementalmaß) hätte X-220 programmiert werden müssen, weil der Fräser **um** 220 mm in negativer Achsrichtung verfährt.

G0 Z100 M5 M9



Im Eilgang (G0) wird der Fräser in Z-Richtung vom Werkstück weg gefahren. Gleichzeitig wird mit M5 die Spindel gestoppt und mit M9 das Kühlmittel abgeschaltet.



Leerzeile zur Gliederung am Ende der Bearbeitung mit dem Igelfräser

T="EM16" ; Schaftfräser D16mm
M6

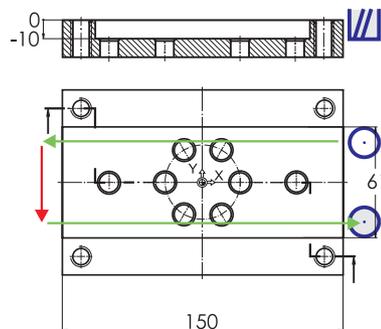
Mit dem 16mm-Schaftfräser sollen die beiden Kanten der Nut (61 mm Breite vorgefräst mit Igelfräser $\varnothing 60$) auf Maß gefräst werden.



G17 G54 G64 G90 G94

Die gleichen G-Funktionen wie bei der ersten Bearbeitung sind auch Basis der Bearbeitung mit dem Schaftfräser.

G0 X85 Y22.5
G0 Z2 S500 M3 M8
G0 Z-10
G1 X-85 F200
G0 Y-22.5
G1 X85



In diesem ersten Beispiel erfolgt das Schlichten der Kontur ohne automatische Verrechnung des Fräserradius, d. h. es wird die Mittelpunktsbahn des Fräasers programmiert:

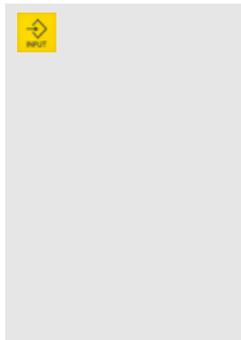
$$22.5 = 61/2 - 16/2$$

X85 bedeutet 2 mm Überlauf.

Die Vorschubgeschwindigkeit wird mit F200 geringer gewählt als zuvor beim Igelfräser.

G0 Z100 M5 M9

Am Ende wird das Werkstück wieder im Eilgang verlassen, die Spindel gestoppt und das Kühlmittel abgeschaltet.



```

Editor LAENGSFUEHRUNG/LAENGSFUEHRUNG.MPF
; Hauptprogramm Längsführung
%
T="SM60" ; Igelfräser D60mm
M6
G17 G54 G64 G90 G94
G1 X-110 F400
G0 Z100 M5 M9
%
T="DM16" ; Schaftfräser D16mm
M6
G17 G54 G64 G90 G94
G0 X85 Y22.5
G0 Z2 S500 M3 M9
G0 Z-10
G1 X-85 F200
G0 Y-22.5
G1 X85
G0 Z100 M5 M9
%
;
;=eof

```

Leerzeile zur Gliederung

Wenn ...

Wenn Sie lediglich fräsen (nicht bohren) wollen oder einfach schon einmal die Simulation ansehen wollen, können Sie das Programm an dieser Stelle abschließen:

M30

M30 beendet das Teileprogramm.

Bei der Abarbeitung springt das Programm bei M30 zurück an den Anfang und kann erneut gestartet werden. M30 muss also immer in der letzten Programmzeile stehen.

Simulation

Sie können das fertige Programm simulieren ...
(siehe im Detail Kapitel 3.1.7)



... und nach Verlassen der Simulation



Maschine

... im Bedienbereich 'Maschine', Betriebsart 'AUTO' abarbeiten (siehe Kapitel 2.3.2).

...

Um das Programm später um die Bohrbearbeitungen zu ergänzen, markieren Sie im Bedienbereich 'Programm' das Werkstück-Verzeichnis "LAENGSFUHRUNG.WPD", öffnen es mit <Input>, markieren das Teileprogramm und öffnen dieses wiederum mit <Input>.

Beachten Sie, dass Sie die nachfolgenden Programmzeilen (s. u.: T="CD12" ...) **vor** den Befehl M30 einfügen.

3.1.5 Bohren mit Zyklen und Unterprogrammtechnik

Zentrieren

```
T="CD12" ; Zentrierbohrer 90° D12mm
M6
```

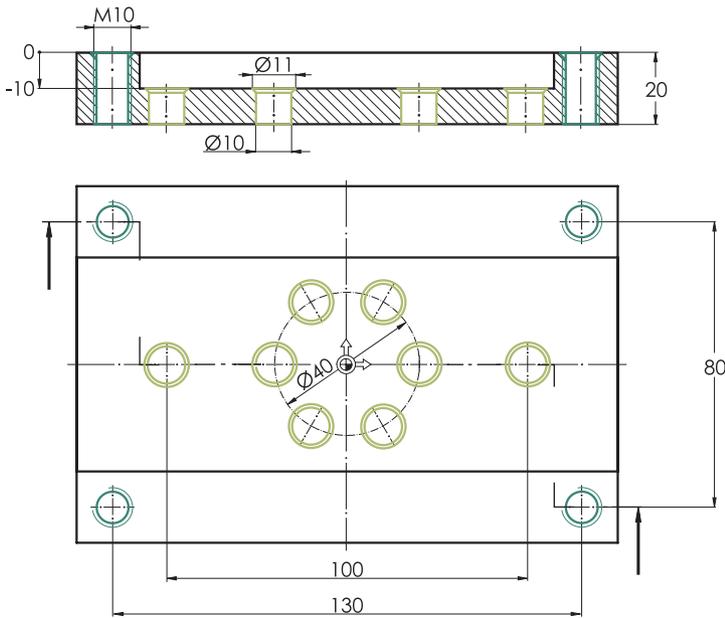
Alle zwölf Bohrungen sollen zunächst zentriert werden.

```
G17 G54 G60 G90 G94
```

Beim Bohren wird mit G60 (Genauhalt) gearbeitet, um für alle Bohrungen eine hohe Maßhaltigkeit zu gewährleisten.



3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"



Die Bohrungen lassen sich in zwei Gruppen unterscheiden:

- 4 x M10 Gewinde an den Ecken
- 2 Einzelbohrungen und 1 Bohrkreis in der Nut

Die Positionen der ersten Gruppe werden später in einem Unterprogramm namens **GEWINDE** eingegeben, die der übrigen Bohrungen im Unterprogramm **INNEN**.

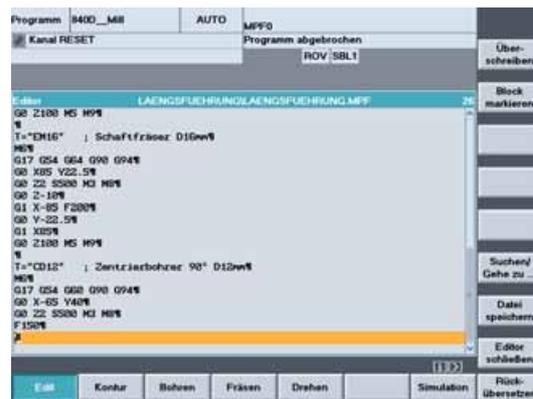
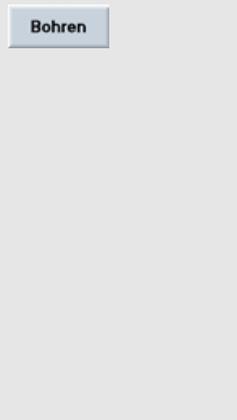
Unterprogramme sind hier sinnvoll, da die Positionen sowohl für das Zentrieren als auch für das Bohren und Gewindeschneiden angefahren werden.

```
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S500 M3 M8
```

Im Eilgang wird auf Sicherheitsabstand an die erste Gewindebohrung (im Bild oben links) herangefahren, und das Kühlmittel wird eingeschaltet.

```
F150
```

Die Eingabe der Vorschubgeschwindigkeit steht hier nicht in einem G1-Satz, weil alle Verfahrensweise der Bearbeitung anschließend über einen Zyklus erfolgen:



Horizontaler Softkey zum Aufruf des Hauptmenüs 'Bohren'

Auf der vertikalen Softkeyleiste erscheinen dann die zugehörigen Untermenüs.

Bohren
Zentrier.

(Bohren)

Bohren

Bohren mit Stop

Reiben

modaler Aufruf

Abbruch

OK

2

0

1 *

Endbohrtiefe, absolut			
Rückzugsebene	RTP	2.000	
Referenzebene	RFP	0.000	
Sicherheitsa.	SDIS	1.000	
Endbohrtiefe	DP	<input type="text" value=""/>	<input checked="" type="checkbox"/> ABS
Verweilzeit	DTB	0.000	s

Über den vertikalen Softkey wird das Dialogfenster für den Bohrzyklus CYCLE82 (Bohren, Plansenken) geöffnet.

Der Cursor steht auf dem ersten Eingabefeld. Im Hilfebild ist die Bedeutung des Feldes grafisch erläutert, in der gelben Kopfzeile textlich.

Die Felder im Dialogfenster sind teilweise schon mit Werten vorbelegt.

Ändern bzw. ergänzen Sie zunächst die ersten drei Einträge entsprechend den Vorgaben des Bildes.

* ... oder hier (weil schon richtig vorbelegt) einfach oder

Die Bohrungen haben laut Zeichnung einen Durchmesser von 10 mm und sollen eine 1mm breite Fase erhalten. Ein 90°-Zentrierbohrer muss also 5.5 mm tief eintauchen.

Achtung ...

()
-5.5

()
5.5

Diese 'Endbohrtiefe' kann auf zweierlei Art eingegeben werden:

Endbohrtiefe DP ABS

ABS Absolut, d. h. es wird das Tiefenmaß bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt eingegeben.
Hier also: -5.5 ABS

Endbohrtiefe DPR INK

INK Inkremental, d. h. relativ zur 'Referenzebene'. Da nur eine Bearbeitung "nach unten" sinnvoll ist, wird bei der inkrementalen Tiefenangabe kein (negatives) Vorzeichen eingegeben.
Hier also: 5.5 INK

Zwischen ABS und INK können Sie außer mit der <Umschalt>-Taste auch per Softkey [Alternativ] wechseln, wenn das Feld 'Endbohrtiefe' markiert ist.

Beide Eingabe-Varianten sind richtig. Empfohlen wird jedoch für das Zentrieren die Einstellung INK, weil so Bohrungen auf unterschiedlichen Referenzebenen mit *einer inkrementalen* Tiefe zentriert werden können.

3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"

Verweilzeit DTB 0.000 s

Die Verweilzeit 0 kann unverändert bleiben. Schließen Sie aber noch nicht vorschnell das Dialogfenster, denn ...

Wenn ...

Bohren/CYCLE82

Wenn links in der Kopfzeile des Dialogfensters der Text 'Bohren/CYCLE82' steht, würde der Zyklus im Programm nur einmal aufgerufen.

Sie müssen in diesem Fall noch auf modale Wirksamkeit umschalten.

modaler Aufruf

Bohren/MCALL CYCLE82

Es ändert sich der Eintrag in der Kopfzeile: 'Bohren/MCALL CYCLE82'

'Modal' lässt sich übersetzen mit 'selbsthaltend'. Das bedeutet, dass ein Befehl (z. B. eine G-Funktion, eine programmierte Achsposition oder wie hier ein kompletter Zyklus) über den Satz, in dem er steht, hinaus wirksam ist. Im Falle von Bohrzyklen hat das zur Folge, dass dieser nach jedem anschließend programmierten Verfahrensweg erneut ausgeführt wird.

Ok

```
T="CD12" ; Zentrierbohrer 90° D12mm
M6
G17 G54 G60 G90 G94
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S500 M3 M8
F150
MCALL CYCLE82(2,0,1,5.5,,0)
```

Der Zyklus wird ins Programm übernommen.

Wenn Sie einen Zyklussatz ändern wollen, können Sie das über den Softkey [Rückübersetzen] tun.

```
GEWINDE ; Unterprogramm mit Koordinaten
```

Das Unterprogramm selbst schreiben Sie später. An dieser Stelle wird es einfach mit seinem Namen aufgerufen. An allen Punkten, die im Unterprogramm angefahren werden, wird - wegen der modalen Wirksamkeit - der Bohrzyklus CYCLE82 aufgerufen.

Abwahl modal

Ok

Über diese beiden Softkeys schalten Sie die Modalität des Zyklus wieder ab und verlassen das Bohren-Menü.

(Alternativ können Sie auch einfach `MCALL` im Texteditor tippen. Bei dieser Vorgehensweise bleiben Sie im Bohren-Menü. Am Ende aller Bohroperationen verlassen Sie es mit `^`.)

Bohren

Bohren Zentrier.

-10

Rückzugsebene	RTP	2.000	
Referenzebene	RFP	-10.000	
Sicherheitsa.	SDIS	1.000	
Endbohrtiefe	DPR	5.500	INK
Verweilzeit	DTB	0.000	s

Rufen Sie erneut das Dialogfenster für den Bohrzyklus auf.

Alle Einträge sind vom ersten Aufruf erhalten geblieben.

Wenn Sie die 'Endbohrtiefe' inkremental (INK) eingegeben haben, müssen Sie hier nur den Wert der 'Referenzebene' ändern.

Wenn ...

Wenn Sie die 'Endbohrtiefe' absolut (**ABS**) eingegeben haben, müssen Sie hier auch diese ändern.

▼
-15.5

Rückzugsebene	RTP	2.000	
Referenzebene	RFP	-10.000	
Sicherheitsa.	SDIS	1.000	
Endbohrtiefe	DP	-15.500	ABS
Verweilzeit	DTB	0.000	s

Endbohrtiefe absolut = Referenzebene
- Endbohrtiefe inkremental = -10-5.5

Ok

Übernehmen Sie den Zyklus ins Programm.

INNEN ; Unterprogramm mit Koordinaten

Gleiche Vorgehensweise wie beim Unterprogramm
GEWINDE

Abwahl
modal

Ok

Gleiche Vorgehensweise wie beim Zentrieren
der 4 Gewindebohrungen

G0 Z100 M5 M9

Wegfahren vom Werkstück, Spindel
und Kühlmittel AUS



Leerzeile zur Gliederung

```
T="CD12" ; Zentrierbohrer 90° D12mm
M6
G17 G54 G60 G90 G94
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S500 M3 M8
F150
MCALL CYCLE82(2,0,1,5.5,,0)
GEWINDE ; Unterprogramm mit Koordinaten
MCALL
MCALL CYCLE82(2,-10,1,,5.5,0)
INNEN ; Unterprogramm mit Koordinaten
MCALL
G0 Z100 M5 M9
```

Zur Kontrolle der gesamte
Programmteil zum Zentrieren
auf einen Blick

Gewinde-Kernloch bohren

```
T="TD8_5" ; Kernlochbohrer für Gewinde M10
M6
G17 G54 G60 G90 G94
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S1300 M3 M8
F150
```

Die Gewindebohrungen
M10 haben ein Kernloch
mit $\varnothing 8.5$ mm.

Gebohrt wird mit einem
Spiralbohrer.



3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"

Bohren
Bohren Zentrier.

0
-23

Rückzugsebene	RTP	2.000
Referenzebene	RFP	0.000
Sicherheitsa.	SDIS	1.000
Endbohrtiefe	DP	-23 ABS
Verweilzeit	DTB	0.000 s

Rufen Sie (wie beim Zentrieren) das Dialogfenster für den Bohrzyklus auf und tragen Sie die Werte ein.

Die Endbohrtiefe sollte hier absolut eingegeben werden (-23 ABS).

Die 3 mm Zugabe zur Plattendicke ergibt sich nach der Faustformel zur Berücksichtigung des Spitzenwinkels von 118°:

"Zugabe = 1/3 Bohrer-Durchmesser" !

Ok

Übernehmen Sie den Zyklus ins Programm.

GEWINDE ; s.o.

Aufruf des Unterprogramms mit den Positionen der vier Bohrungen

Abwahl modal
Ok

Über Softkeys schalten Sie die Modalität des Zyklus wieder ab.

G0 Z100 M5 M9

Die bekannte Prozedur am Ende einer Bearbeitung

Gewindebohren

T="T_M10" ; Gewindebohrer M10
M6

G17 G54 G60 G90
G0 X-65 Y40
G0 Z2 S60 M3 M8

G94 kann hier entfallen. Die Vorschubgeschwindigkeit ergibt sich aus der Drehzahl und der Gewindesteigung, die im Zyklus eingegeben wird.



Bohren
Gewindebohren

(o. Ausgl. Futter)
(modaler Aufruf)

Program: 8400_M10 AUTO M99
Kanalar RESET Program abgebrochen
ROV/SBL1

MCALL CYCLE#4 Rückzugsebene, absolut

Rückzugsebene	RTP	2.000
Referenzebene	RFP	0.000
Sicherheitsa.	SDIS	1.000
Endbohrtiefe	DP	ABS
Verweilzeit	DTB	M3 s
Drehrichtung	SDAC	rechts
Achse	S. Geo.-Achse	ohne
Steigung	PIT	
Spindelpos.	PDSS	
Drehzahl	SST	
Drehz. Rückz.	SST1	eine
Zustellung		

o. Ausgl. Futter
m. Ausgl. Futter
modaler Aufruf
Abbruch
OK

Es wird ohne Ausgleichfutter gebohrt. Das wird durch den grauen Softkeytext 'o. Ausgl. Futter' kenntlich gemacht.

Auch dieser Zyklus soll wieder modal aktiv sein (s. MCALL in der Kopfzeile).

2		Rückzugsebene	RTP	2.000	
0		Referenzebene	RFP	0.000	
...		Sicherheitsa.	SDIS	1.000	
		Endbohrtiefe	DP	-24.000	ABS
		Verweilzeit	DTB	0.000	s
		Drehrichtung	SDAC	M5	
		Achse		3. Geo.-Achse	
		Auswahl		rechts	
		Tabelle		metrisch	
		Bezeichnung		M 10	
		Steigung	PIT	1.500	
		Spindelpos.	POSS	0.000	
		Drehzahl	SST	60.000	
		Drehz. Rückz.	SST1	140.000	
		Zustellung		eine	

Ok

'Drehrichtung SCAC M5' (Spindel-Stop) wirkt erst *nach* der Abarbeitung des Zyklus.

Wenn die Einträge in den Feldern 'Tabelle' und 'Auswahl' nicht der Vorgabe entsprechen, können Sie mit der Taste umschalten.

Eine höhere Drehzahl beim Rückzug spart Fertigungszeit!

Übernehmen Sie den Zyklus ins Programm.

GEWINDE ; s.o.

Gleiche Vorgehensweise ...

Abwahl modal

... wie beim Kernloch!

Ok

G0 Z100 M5 M9



Durchgangslöcher ø10 bohren

```
T="TD10" ; Spiralbohrer D10mm
M6
G17 G54 G60 G90 G94
G0 X-50 Y0
G0 Z2 S1300 M3 M8
F150
MCALL CYCLE82(2,-10,1,-23,0,0)
INNEN ; s.o.
MCALL
G0 Z100 M5 M9
```

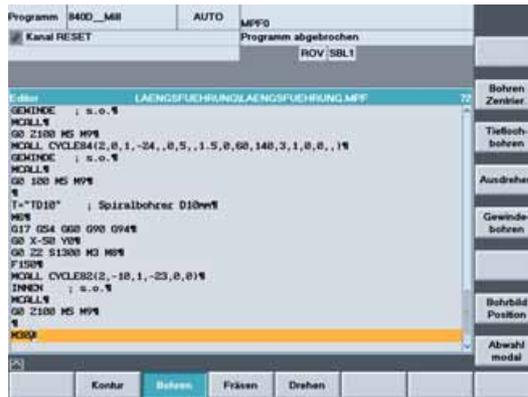
Programmzeilen für die Durchgangsbohrungen INNEN



Den Bohrzyklus geben Sie wieder über Softkeys und den Eingabe-Dialog ein.

3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"

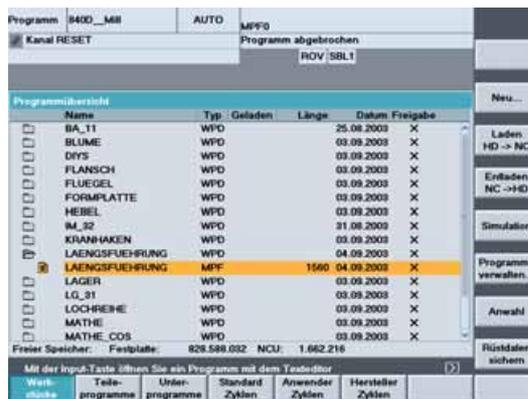
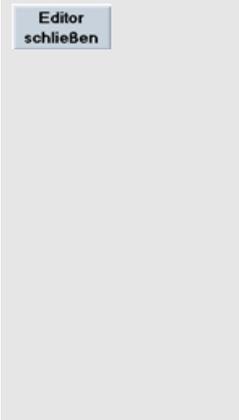
Wenn ...



Wenn das Bohren-Menü noch aktiv ist (weil Sie die Zeile MCALL eingetippt haben, statt sie über Softkeys zu erzeugen) ...



... gelangen Sie mit der Rückspung-Taste wieder ins übergeordnete Menü.



Das Teileprogramm wird gespeichert, und Sie kehren zurück zur Programm-Verwaltung.

3.1.6 Unterprogramm anlegen

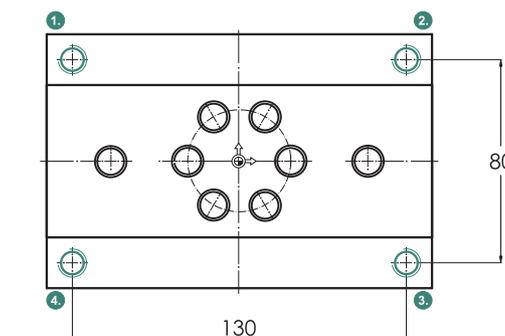
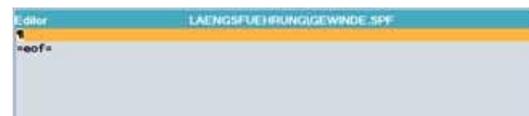
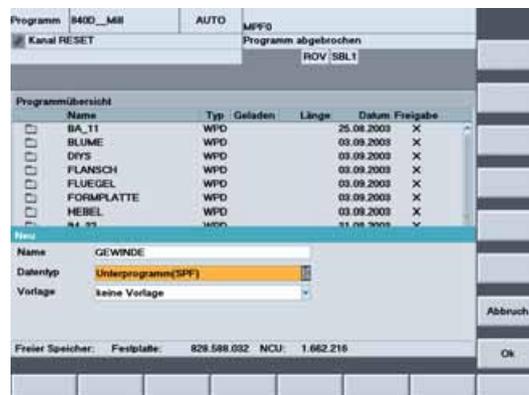
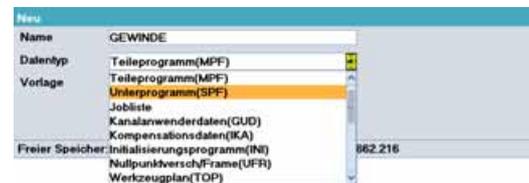
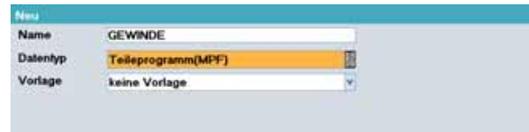
Neu...

GEWINDE



Ok

```
G0 X-65 Y40
G0 X65 Y40
G0 X65 Y-40
G0 X-65 Y-40
```



(Vertikaler Softkey in der Programm-Verwaltung im Bedienbereich 'Programm', siehe vorige Seite)

Das erste Unterprogramm erhält den Namen GEWINDE (vgl. Aufruf im Teileprogramm!)

Voreingestellt ist jedoch noch der 'Datei-Typ' 'Teilprogramm'!

Mit der <Edit>-Taste öffnen Sie die Liste der 'Datei-Typen'. Markieren und übernehmen Sie den Typen 'Unterprogramm'!

(SPF = Sub Program File)

(Alternativ können Sie auch über den Anfangsbuchstaben "u" den gewünschten Typ direkt auswählen.)

Das Unterprogramm wird angelegt und der Editor geöffnet.

Schreiben Sie nun das Programm ...

Mit G0-Sätzen werden die 4 Positionen der Gewindebohrungen im Eilgang angefahren.

Die modale Wirksamkeit der Zyklen im Teileprogramm bewirkt, dass nach jedem G0-Satz der jeweilige Zyklus ausgeführt wird (vgl. Seite 62).

3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"

M17

Editor
schließen

Neu...

INNEN

Ok

G0 X-50 Y0

Bohren

Bohrbild
Position

Lochkreis

```
G0 X-65 Y40
G0 X65 Y40
G0 X65 Y-40
G0 X-65 Y-40
M17
```

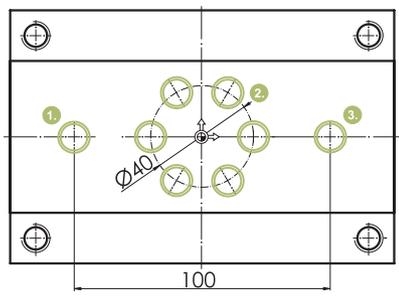
KRANHAKEN	WPD	
LAENGSFUEHRUNG	WPD	
GEWINDE	SPF	59
LAENGSFUEHRUNG	MPF	1560
LAGER	WPD	

Neu

Name: INNEN

Datentyp: Unterprogramm(SPF)

Vorlage: keine Vorlage



Programm: 8400_MH AUTO MPF0

Kanal RESET

Program abgebrochen

ROV/SBL1

Lochkreis@MOLESZ

Name Label für Positionwiederholung

Name Label: []

Mittelpunkt: CPA

Mittelpunkt: CPO

Radius: RAD

Winkel: STA1

Fortschritt: INDA 0.000

Anzahl: NUM 1.000

Abbruch

OK

M17 markiert das Ende eines Unterprogramms (vgl. M30 am Ende eines Teileprogramms).

Zurück zur Programm-Verwaltung
Teileprogramm (MPF) und Unterprogramm (SPF) sind beide Bestandteil eines Werkstücks (WPD).

Nach dem gleichen Schema legen Sie nun das Unterprogramm INNEN an ...

... und schreiben den NC-Satz für die erste Position.

Der Bohrkreis wird (wie schon die Bearbeitungen) über ein Dialogfenster eingegeben.

Zusatzinfo:
Auf diese Weise hätte man übrigens auch alle übrigen Positionen eingegeben können (siehe Softkey [Beliebige Position]). Das ist - wie bei ABS und INK - eine Frage des Programmierstils.

Kreis ↕
 0 ↕
 0 ↕
 20 ↕
 ...

Name Label		Kreis
Mittelpunkt	CPA	0.000
Mittelpunkt	CPO	0.000
Radius	RAD	20.000
Winkel	STA1	0.000
Fortschaltw.	INDA	60.000
Anzahl	NUM	6.000

Das Positionsmuster erhält einen Namen, unter dem es an verschiedenen Stellen des Programms wiederholt aufgerufen werden könnte.

Alle Werte ergeben sich aus der Zeichnung.

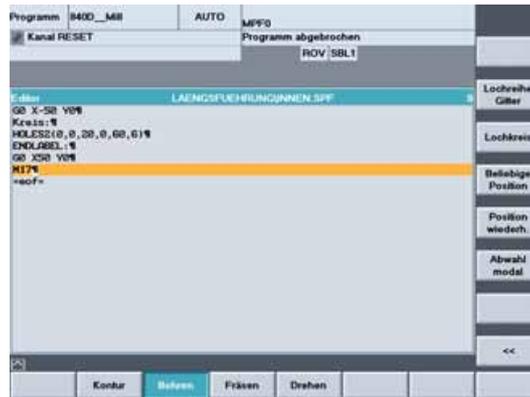
Ok

```
G0 X-50 Y0
Kreis:
HOLES2(0,0,20,0,60,6)
ENDLABEL:
```

Übernehmen Sie die Eingaben des Dialogfensters ins Programm.

Der Labelname 'Kreis:' und die Zeile 'ENDLABEL:' umrahmen das Positionsmuster und bilden so quasi ein eigenes Unterprogramm.

```
G0 X50 Y0
M17
```



Ergänzen Sie die letzte Bohrposition und M17 für das Unterprogramm-Ende.

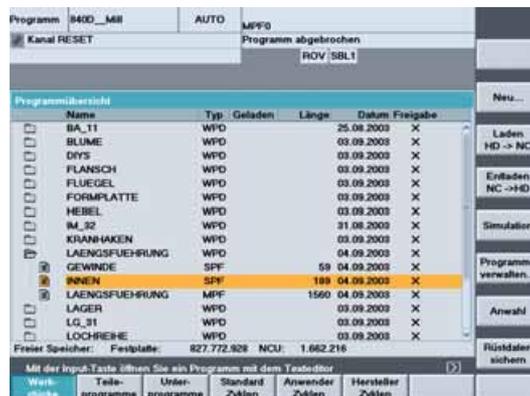
⬆

Editor schließen

Zurück zum Hauptmenü des Editors

Zurück zur Programm-Verwaltung

⬇ ...



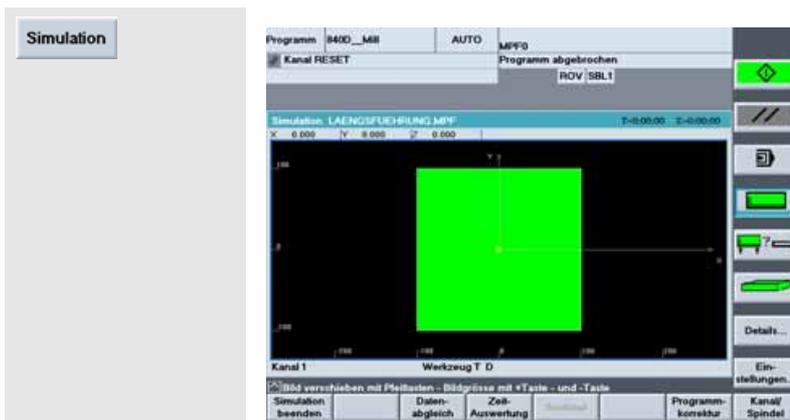
Markieren Sie nun wieder das Hauptprogramm (Typ 'MPF') LAENGSFUEHRUNG ...

3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"

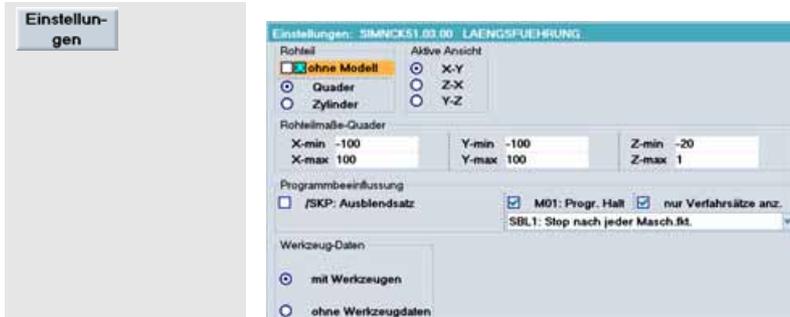


... und öffnen es mit der <Input>-Taste!

3.1.7 Programm simulieren



Die Simulationsgrafik wird angelegt und das Werkstück in der Draufsicht dargestellt (siehe blau umrandeter Softkey).



Werkstück-Nullpunkt und Werkstück-Abmaße entsprechen aber noch nicht dem zu simulierenden Programm.

Per Softkey öffnen Sie die Dialogmaske für die Simulationseinstellungen.



Geben Sie die Rohteilmaße (Koordinaten der Eckpunkte) des Quaders ein.

Xmin -75 Ymin -50 Zmin -20
Xmax 75 Ymax 50 Zmax 0

Übernehmen Sie die Einstellungen.



Die Werkstück-Abmaße sind nun korrekt.



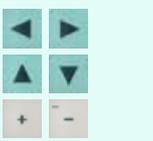
Wenn ...

Starten Sie die Simulation!

Wenn Sie einen Teil der Simulation ganz genau verfolgen wollen ...



Mit dem Softkey [Single Block] können Sie auf Einzelsatz-Simulation umstellen. Nach jedem Satz stoppt die Simulation und wird mit [NC-Start] fortgesetzt.

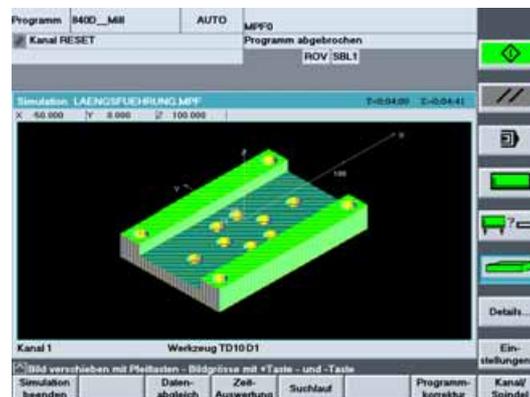
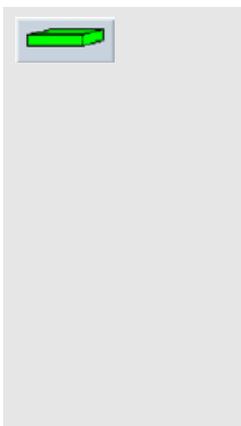


Erneutes Drücken von [Single Block] schaltet zurück auf Folgesatz-Simulation.

Mit den <Pfeiltasten> können Sie einen Ausschnitt verschieben, und mit <+>/<-> können Sie ihn vergrößern und verkleinern (zoomen).



Mit [Override] und <+>/<-> oder Pfeiltasten können Sie während der Simulation deren Geschwindigkeit beeinflussen.



3D-Darstellung am Ende der Simulation

3.1 Programmierung Fräsen - Werkstück "Längsführung"

Simulation
beenden

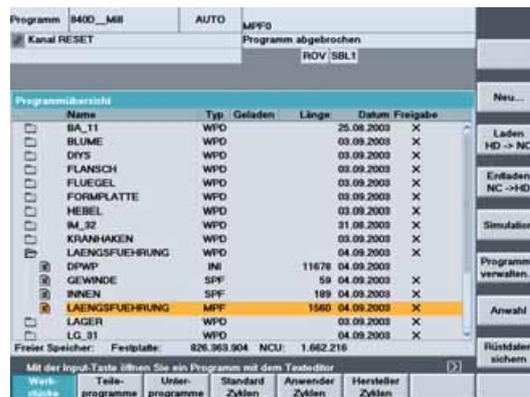
Um die Simulation zu beenden, drücken Sie diesen Softkey oder die <Recall>-Taste (\wedge).

Editor
schließen

Per Softkey schließen Sie den Editor.



Die Datei DPWP.INI wird automatisch angelegt. In ihr sind u.a. die individuellen Einstellungen für die Simulation der "Längsführung" enthalten.

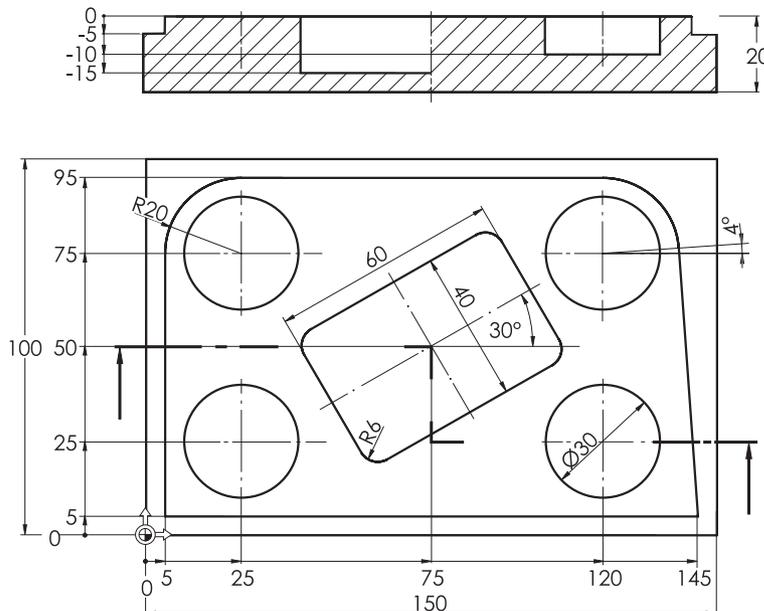


Wie Sie das Programm in den NC-Hauptspeicher laden, um es anschließend in der Betriebsart 'AUTO' im Bedienebereich 'Maschine' für die Bearbeitung starten zu können, ist ausführlich in Kapitel 2.3.2 beschrieben.

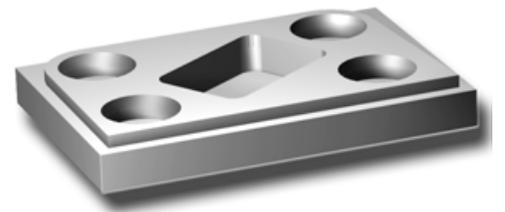


3.2 Werkstück "Spritzform"

Anhand des Werkstücks "Spritzform" lernen Sie Funktionen der Steuerungen zum Bahnfräsen und Taschenfräsen kennen. Es wird davon ausgegangen, dass Sie das Beispiel "Längsführung" bereits bearbeitet haben bzw. mit den dabei behandelten Themen vertraut sind. In diesem Kapitel werden folgende Themen neu behandelt:



- Kreisbögen (kartesisch und polar bemaßt)
- Fräsen mit Werkzeugradiuskorrektur
- Rechtecktasche (Schruppen und Schlichten)
- Kreistasche
- Kopieren eines Programmteils

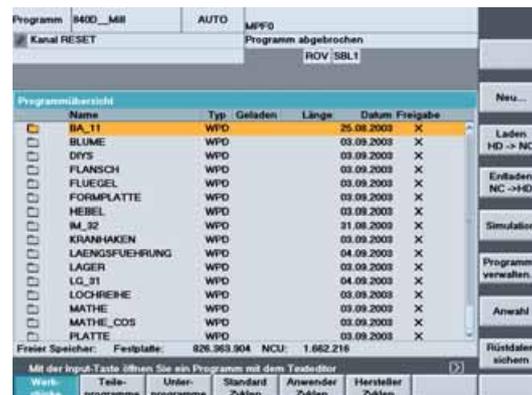


3.2.1 Werkstück und Teileprogramm anlegen

Tasten/Eingaben



Bildschirm / Zeichnung



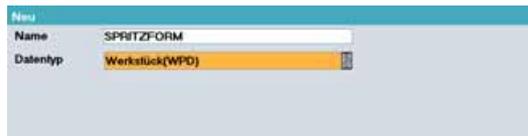
Erläuterung

Ausgangszustand:

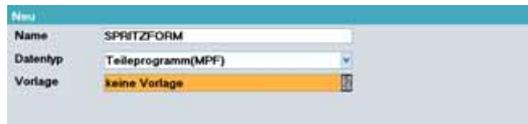
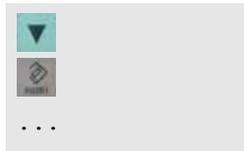
- Bedienbereich 'Programm'
- Werkstück-Verwaltung

(gleiche Vorgehensweise wie beim Werkstück "Längsführung" in Kapitel 3.1)

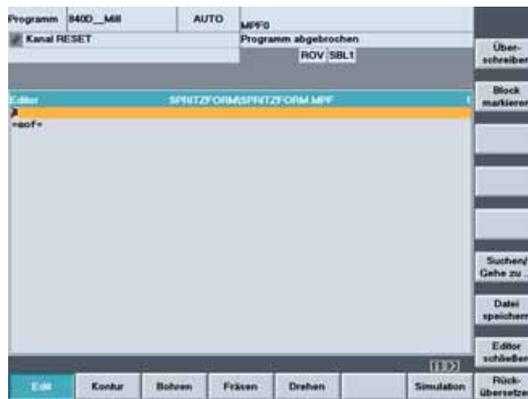
3.2 Programmierung Fräsen - Werkstück "Spritzform"



Legen Sie ein neues Werkstück-Verzeichnis für die "Spritzform" an.



Legen Sie das Teilprogramm für das Werkstück "Spritzform" an.



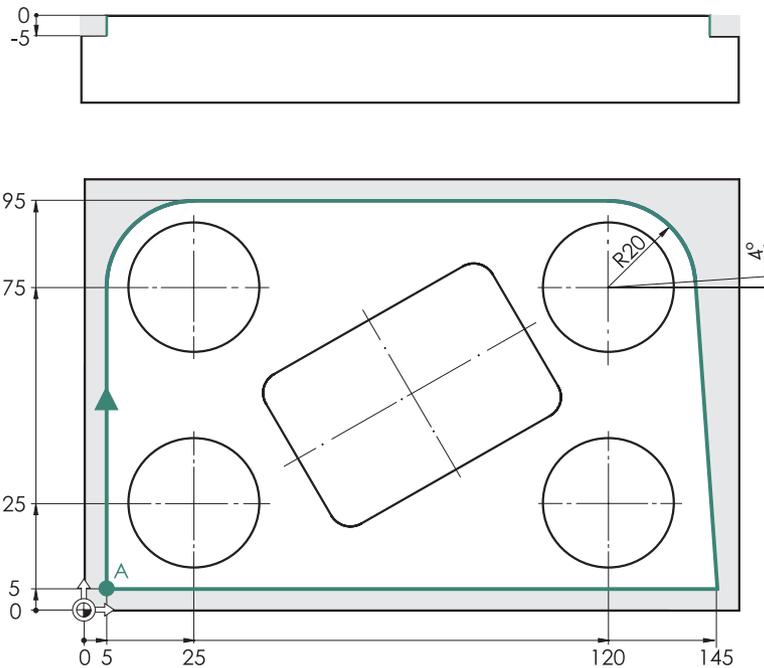
Das Programm wurde angelegt und der Editor geöffnet.

(Über  / <Einstellungen> /  ... /  schalten Sie ggf. die automatische Satznummerierung ab, vgl. Kapitel 3.1).

; Spritzform mit Bahn- und Taschenfräsen

Kommentarzeile als Programmkopf

3.2.2 Geraden und Kreisbögen - Bahnfräsen mit Fräseradiuskorrektur



Mit einem 20mm-Schafffräser soll das Material entlang der blau hervorgehobenen Kontur zerspant werden.

Die Kontur soll am Punkt A angefahren werden.

Gefräst wird im Gleichlauf, d.h. die Kontur wird mit dem rechtsdrehenden Fräser im Uhrzeigersinn umfahren.

Die Verfahrswege entlang der Kontur werden hier (als Grundlagenübung) inklusive An- und Abfahrweg direkt im Editor eingegeben.

Sie könnten die Kontur selbstverständlich auch mit dem grafischen Konturrechner in einem Unterprogramm eingeben (vgl. die Kontur des Drehteils "Komplett") und mit dem Zyklus CYCLE72 ([Fräsen] > [Bahnfräsen] ...) die Bearbeitung programmieren.

```
T="EM20" ; Schafffräser D20mm
```

```
M6
```

```
G17 G54 G64 G90 G94
```

Werkzeugaufruf (Konfiguration mit WZ-Verwaltung)

Werkzeugwechsel

Grundeinstellungen (siehe Kapitel 3.1.3)



```
G450 CFTCP
```

G450 legt das Anfahrverhalten an den Anfangspunkt der Kontur und das Verhalten beim Umfahren von Kontur-Ecken fest: Diese werden ggf. auf einer Kreisbahn angefahren bzw. umfahren.

CFTCP (Abkürzung für "Constant Feed Tool Center Path") legt fest, dass sich der programmierte Vorschub auf die Fräsermittelpunktsbahn (nicht auf die Kontur) bezieht.

Ausführlich werden diese (und natürlich alle anderen) Befehle in der **Online-Hilfe** erläutert, die Sie wie nachfolgend beschrieben aufrufen können, wenn Ihre Steuerung eine Festplatte besitzt:

3.2 Programmierung Fräsen - Werkstück "Spritzform"



G17 G54 G64 G90 G94
G450 CFTCP



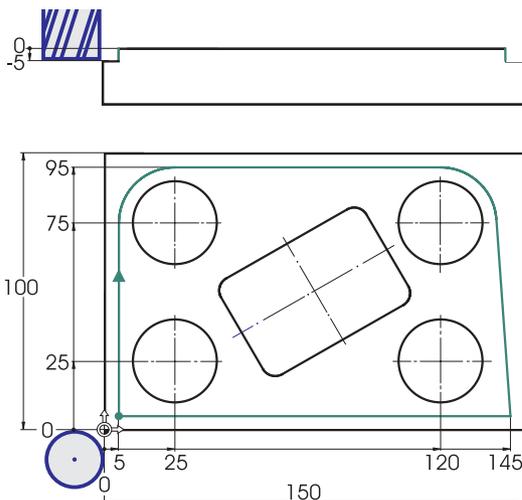
Algemeine Übersicht	Rubriken	Suche			Einstellungen
Seite zurück	Seite vor	Querverweis folgen	nächster Eintrag	Gehe zu ...	Zoom +
				Zoom -	Hilfe beenden

Setzen Sie einfach den Cursor auf den Befehl, zu dem Sie nähere Informationen möchten.

Drücken Sie dann für eine Kurzbeschreibung und nochmal zum Aufschlagen des elektronischen Programmier-Handbuchs.

Über Softkeys können Sie innerhalb des Handbuchs navigieren und es schließlich wieder verlassen.

G0 X-12 Y-12



Als Startposition des Fräasers in der XY-Ebene wird ein Punkt nahe dem Startpunkt A auf der Kontur, knapp außerhalb des Werkstücks, angefahren.

G0 Z2 S1500 M3 M8

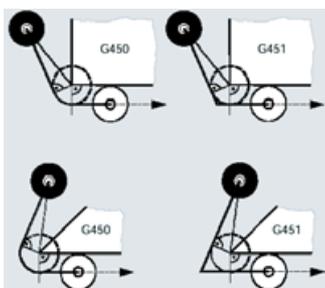
Zustellbewegung in Z, Drehzahl, Drehrichtung und Kühlmittel EIN

G0 Z-5

Außerhalb des Werkstücks kann im Eilgang auf die Frästiefe zugestellt werden (oder sicherheitshalber im Vorschub: **G1 Z-5 F100**, vgl. Seite 57).

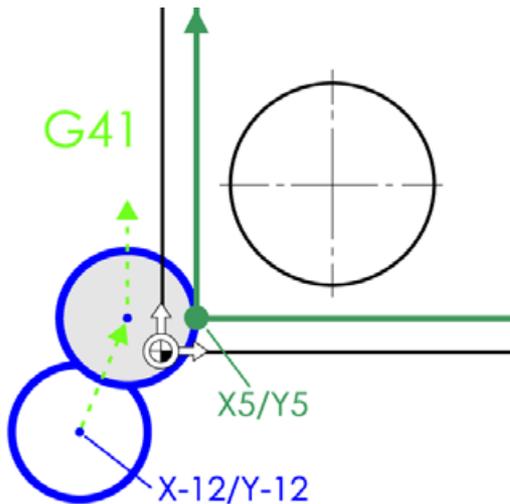
G1 G41 X5 Y5 F100

Die Kontur wird angefahren ... *



* Fertigungstechnisch günstiger wäre ein tangentiales Anfahren des Punktes über einen Zwischenpunkt bei X5/Y-12 (bei aktivem G41). Die hier gewählte Vorgehensweise (Winkel zwischen Anfahrweg und erster Konturgerade kleiner 180°, d. h. Startpunkt vor der Kontur) ist in der Regel "programmiertechnisch" einfacher: Wenn das erste Konturelement nicht achsparallel ist, müsste der exakte Zwischenpunkt erst berechnet werden.

Siehe hierzu aber auch die "Intelligenz" der Anfahrstrategie mit G450/G451 und die Möglichkeit der Bearbeitung mit dem Bahnfräszyklus CYCLE72 ([Fräsen] > [Bahnfräsen] ...), der An- und Abfahrweg automatisch erzeugt.

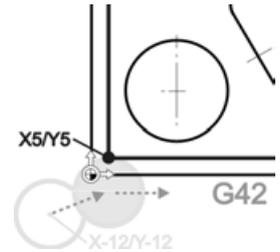


Mit **G41** wird die Fräserradiuskorrektur eingeschaltet.

Die programmierten Koordinaten (X5/Y5) beziehen sich bei eingeschalteter Korrektur nicht mehr auf die Fräsermittelpunktsbahn, sondern auf die Kontur!

G41 bedeutet: Der Fräser steht, in Verfahrrichtung betrachtet, **links von der Kontur**.

Einen Verfahrweg mit dem Werkzeug **rechts von der Kontur** würde man mit **G42** programmieren:

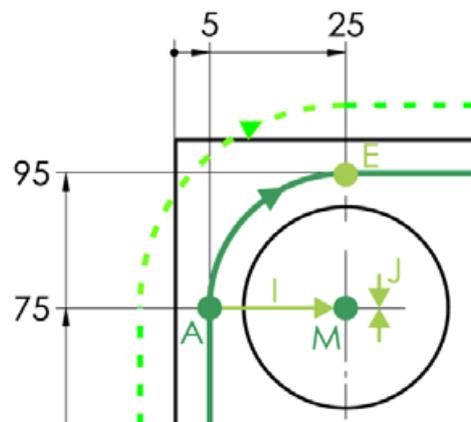


```
G1 X5 Y75
```

Erster Verfahrweg entlang der Kontur:
Senkrecht auf Y75

```
G2 X25 Y95 I20 J0
```

G2 - Kreisbogen im Uhrzeigersinn:



X,Y Absolute Maße des Endpunktes E

I Abstand zwischen A und M in X-Richtung

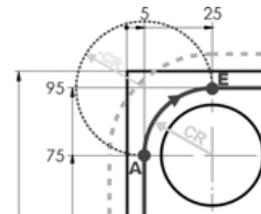
J Abstand zwischen A und M in Y-Richtung

I und J sind also die inkrementalen Mittelpunktskoordinaten des Kreisbogens, bezogen auf den Anfangspunkt A.

Alternativ kann man den Kreisbogen auch über den Radius (CR = Cycle Radius) definieren: Hierbei muss jedoch ein Gleichheitszeichen zwischen der Adresse CR und dem Wert (hier 20) eingegeben werden:

```
G2 X25 Y95 CR=20
```

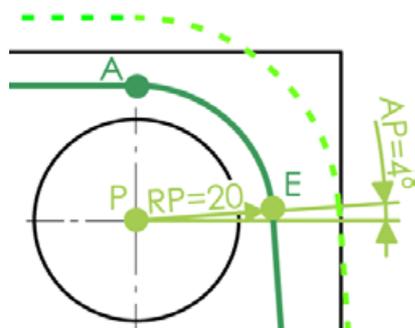
[Bögen > 180° (gepunktete Linie) würden mit einem negativen Radiuswert (CR=-20) programmiert.]



```
G1 X120
```

Waagerechte Gerade auf X120

3.2 Programmierung Fräsen - Werkstück "Spritzform"



Vom folgenden Kreisbogen sind bekannt:

Mittelpunkt P

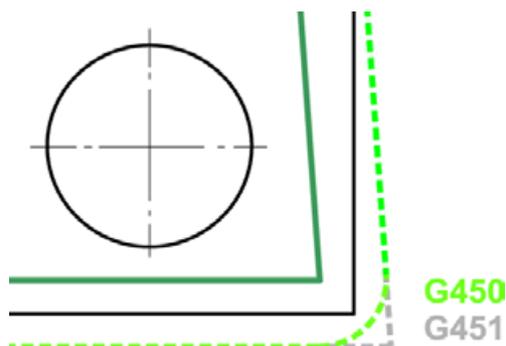
Abstand RP zwischen dem Mittelpunkt (dem Pol) P und dem Endpunkt E

Winkel AP zwischen der positiven X-Achse der Strecke von P nach E

```
G111 X120 Y75
G2 RP=20 AP=4
```

Mit G111 werden die (absoluten!) Koordinaten des Mittelpunkts (des Pols) eingegeben. Die Werte des Abstands RP (Radius polar) und des Winkels AP (Angle polar) im nachfolgenden G2-Satz werden mit Gleichheitszeichen eingegeben!

```
G1 X145 Y5
G1 X-12
```



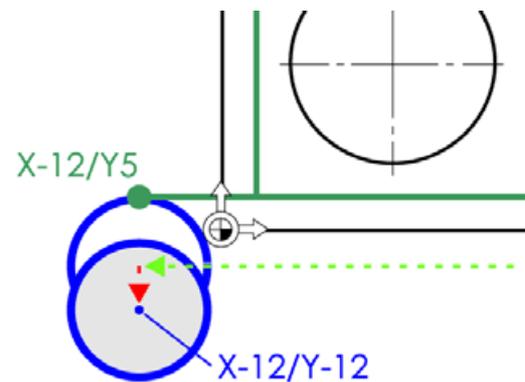
Gerade G1 zur Kontur-Ecke rechts unten

Gerade G1 vorbei am Start- und Endpunkt der Kontur und vom Werkstück weg

In der Ecke, die durch die beiden Geraden entsteht, bewirkt der eingangs programmierte Befehl G450 einen Ausgleichsbogen der Fräsermittelpunktsbahn.

(Alternativ würden mit G451 die beiden Geraden der Mittelpunktsbahn bis zum Schnittpunkt verlängert.)

```
G0 G40 Y-12
```



G40 - Aufhebung der Fräserradiuskorrektur

Da der Fräser schon außerhalb des Werkstücks steht, kann die Radiuskorrektur im Eilgang herausgefahren werden. Die Position X-12/Y-12 bezieht sich dann wieder auf den Fräsermittelpunkt.

```
G0 Z100 M5 M9
```

Wegfahren vom Werkstück, Spindel und Kühlmittel AUS

Leerzeile zur Gliederung

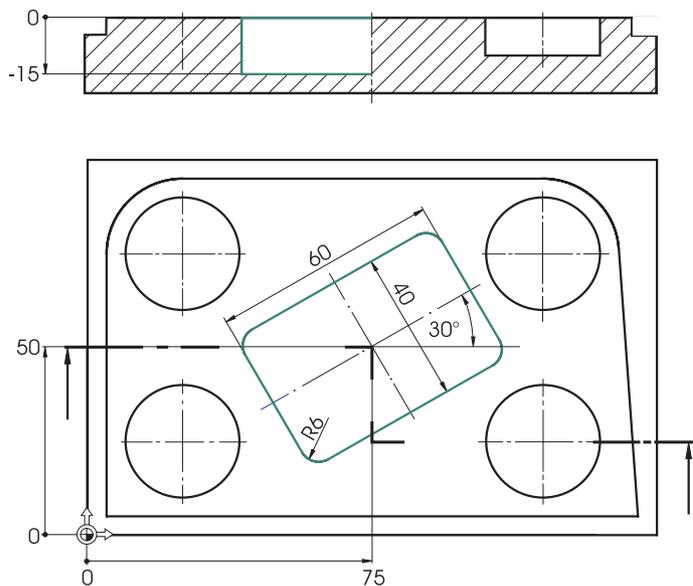
```

T="EM20" ; Schaftfräser D20mm
M6
G17 G54 G64 G90 G94
G450 CFTCP
G0 X-12 Y-12
G0 Z-5
G1 G41 X5 Y5 F100
G1 X5 Y75
G2 X25 Y95 I20 J0
G1 X120
G111 X120 Y75
G2 RP=20 AP=4
G1 X145 Y5
G1 X-12
G0 G40 Y-12
G0 Z100 M5 M9

```

Zur Kontrolle der gesamte
Programmteil zum Bahnfräsen
auf einen Blick

3.2.3 Rechtecktasche POCKET3



Für die Rechtecktasche wird aufgrund
des Eckenradius R6 ein kleinerer
Fräser benötigt.

Die Tasche soll zunächst mit 0,3 mm
Aufmaß auf dem Boden und am Rand
geschruppt und anschließend
geschlichtet werden.

Beides kann anhand des Rechteck-
taschenzyklus (POCKET3) realisiert
werden ...

```

T="EM10" ; Schaftfräser D10mm

```

```

M6

```

```

G17 G54 G60 G90 G94

```

```

G0 X75 Y50

```

```

G0 Z2 S2000 M3 M8

```

Werkzeugaufruf

Werkzeugwechsel

Grundeinstellungen

Im Eilgang auf Taschenmitte

Zustellen auf Sicherheitsabstand, Drehzahl,
Drehrichtung, Kühlmittel EIN



3.2 Programmierung Fräsen - Werkstück "Spritzform"

Rechtecktasche schrappen

F200

Obwohl die Vorschubgeschwindigkeit F innerhalb des Taschenzyklus definiert wird, ist es ratsam sich anzugewöhnen, diese auch schon vorab zu programmieren: Der im Zyklus definierte Wert verliert nämlich nach Zyklus-Ende seine Gültigkeit; evtl. folgende "einfache" Verfahrssätze (G1, G2, G3) würden dann ungewollt mit der Vorschubgeschwindigkeit der zuvor programmierten Bearbeitung verfahren.

Fräsen

Standard-
taschen

Rechteck-
Tasche

Wie die Bohrzyklen im Beispielwerkstück "Längsführung" wird auch die Eingabemaske für den Rechtecktaschenzyklus über Softkeys aufgerufen. Mit dem Softkey im Hauptmenü unten öffnen Sie das Untermenü auf der senkrechten Softkeyleiste ...

2 
 0 
 1 
 ()
 -15 
 () 
 () 
 60 
 40 
 ...

Rückzugsebene	RTP	2.000	
Referenzebene	RFP	0.000	
Sicherheitsa.	SDIS	1.000	
Taschentiefe	DP	-15.000	ABS
Bearbeitung		Schruppen	
Bemaßung		Mitte	
Taschenlänge	LENG	60.000	
Taschenbreite	WID	40.000	
Eckenradius	CRAD	6.000	
Bezugspunkt	PA	75.000	
Bezugspunkt	PO	50.000	
Winkel	STA	30.000	
Zustelltiefe	MID	6.000	
Schlichtaufm.	FAL	0.300	
Schlichtaufm.	FALD	0.300	
V.-Fläche	FFP1	200.000	
V.-Tiefe	FFD	150.000	
Fräsrichtung		Gleichlauf	
Eintauchen		Helix	
Radius	RAD1	2.000	
Tiefe inkr.	DP1	2.000	
Zustellbreite	MIDA	8.000	
Ausräumen		Vollen	

Die Eingabefelder für den Taschenzyklus reichen über den Anzeigebereich des Dialogfensters hinaus.

Über die Bildlaufleiste rechts (engl. "Scrollbar") oder mit den Pfeiltasten können Sie innerhalb des Dialogfensters navigieren.

Alle weiteren Eingaben (CRAD etc.) können Sie den beiden Abbildungen entnehmen.

Bei der Wahl der maximalen Zustelltiefe MID wurde bis zum Softwarestand 5.2 der Sicherheitsabstand mit eingerechnet! Die 15.7 mm, die sich aus Taschentiefe, Sicherheitsabstand und Schlichtaufmaß ergeben, werden gleichmäßig aufteilt. Hier wird also 3 x um 5.233 mm zugestellt, wobei im ersten Schnitt 4.233 mm tief eingetaucht wird.

Ab Softwarestand 5.3 genügt als Zustelltiefe der Wert 5. Es wird 3 x um 4.9 mm zugestellt.

Mit 6 mm sind Sie - unabhängig vom Softwarestand - auf der sicheren Seite.

ok

Übernehmen Sie den Zyklus per Softkey ins Programm.

Im Text-Editor wird der Zyklus so dargestellt:

```
_ZSD[2]=0 ;*RO*¶
POCKET3(2,0,1,-15,60,40,6,75,50,30,6,0.3,0.3,200,150,0,21,8,, , ,2,2)¶
```

Taschenrand und Taschenboden schlichten

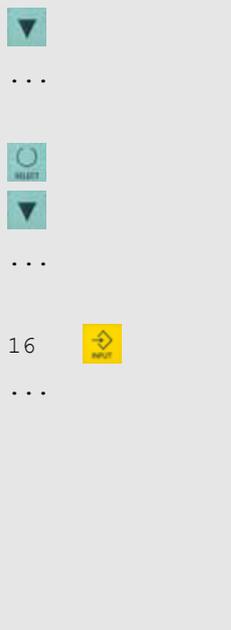
Nach der Abarbeitung des Schrappzyklus fährt der Fräser zurück zum Startpunkt der Bearbeitung. Für das Schlichten wird der gleiche Fräser eingesetzt.

S2400 F160

Rechteck-Tasche

Drehzahl und Vorschubgeschwindigkeit für das Schlichten

Da Sie sich nach dem Schrappen noch im Menü 'Standardtasche' befinden, können Sie direkt mit einem Softkey erneut das Dialogfenster für die Rechtecktasche aufrufen.



16

Ok

Rückzugsebene	RTP	2.000	
Referenzebene	RFP	0.000	
Sicherheitsa.	SDIS	1.000	
Taschentiefe	DP	-15.000	ABS
Bearbeitung		Schlichten	
Bemaßung		Mitte	
Taschenlänge	LENG	60.000	
Taschenbreite	WID	40.000	
Eckenradius	CRAD	6.000	
Bezugspunkt	PA	75.000	
Bezugspunkt	PO	50.000	
Winkel	STA	30.000	
Zustelltiefe	MID	16.000	
Schlichtaufm.	FAL	0.300	
Schlichtaufm.	FALD	0.300	
V.-Fläche	FFP1	160.000	
V.-Tiefe	FFD	80.000	

Alle Felder sind noch mit den Eingaben vorbelegt, die Sie zum Schrappen gemacht haben. Geändert werden müssen also nur noch die Eingabefelder ...

Bearbeitung:	Schlichten
Zustelltiefe MID:	16
V.-Fläche FFP1:	160
V.-Tiefe FFD:	80

Achtung: Die Werte für die beiden Schlichtaufmaße werden vom Schrapp-Zyklus beibehalten! Der Schlicht-Zyklus berechnet aus dem Schlichtaufmaß und dem Sicherheitsabstand die Zustellbewegung. Gefräst wird schließlich auf das Nennmaß.

Übernehmen Sie den Zyklus für die Schlichtbearbeitung ins Programm.

```

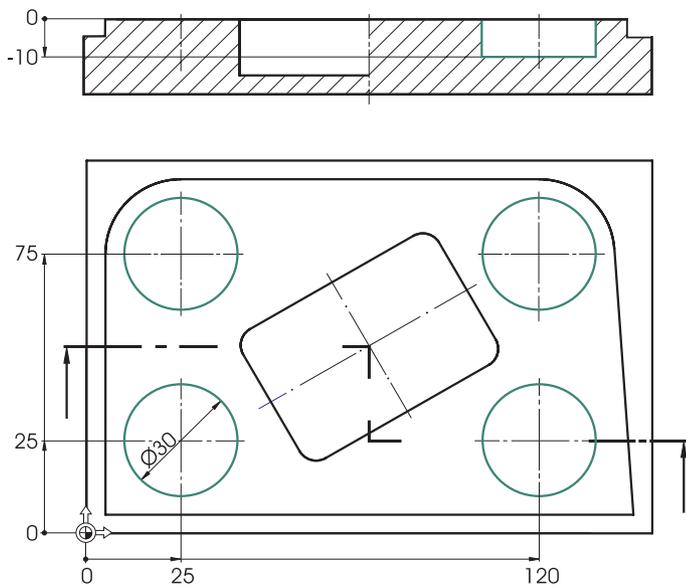
_ZSDI[2]=0 ;*RO*¶
POCKET3(2,0,1,-15,60,40,6,75,50,30,6,0.3,0.3,200,150,0,21,8,, ,2,2)¶
S2400 F160¶
_ZSDI[2]=0 ;*RO*¶
POCKET3(2,0,1,-15,60,40,6,75,50,30,16,0.3,0.3,160,80,0,22,8,, ,2,2)¶

```

Je nach Versionsstand und Bildschirmauflösung kann es in der Darstellung der Zyklen im Editor Unterschiede geben. Änderungen in der Zyklen-Parametrierung sollten Sie sicherheitshalber stets mit Hilfe der Funktion 'Rückübersetzen' vornehmen.

3.2 Programmierung Fräsen - Werkstück "Spritzform"

3.2.4 Kreistasche POCKET4



Alle vier Kreistaschen sind identisch, abgesehen von ihrer Position.

Programmiert werden soll zunächst die Kreistasche unten links.

Die anderen drei Taschen werden anschließend durch Kopieren und Ändern der ersten erzeugt.

S2000 F200

Drehzahl und Vorschubgeschwindigkeit für das Ausräumen der Taschen

Kreis-
Tasche

Rufen Sie das Dialogfenster für die Kreistasche auf.

2		Rückzugsebene	RTP	2.000	
0		Referenzebene	RFP	0.000	
1		Sicherheitsa.	SDIS	1.000	
		Taschentiefe	DP	-10.000	ABS
		Bearbeitung		Schruppen	
-10		Taschenradius	PRAD	15.000	
		Mittelpunkt	PA	25.000	
		Mittelpunkt	PO	25.000	
15		Zustelltiefe	MID	6.000	
25		Schlichtaufm.	FAL	0.000	
25		Schlichtaufm.	FALD	0.000	
...		V.-Fläche	FFP1	200.000	
		V.-Tiefe	FFD	150.000	
		Fräsrichtung		Gleichlauf	
		Eintauchen		Helix	
		Radius	RAD1	2.000	
		Tiefe inkr.	DP1	2.000	
		Zustellbreite	MIDA	8.000	
		Ausräumen		Vollen	

Es soll sofort (in zwei Schritten) auf Maß gefräst werden:

- Bearbeitung 'Schruppen'
- Zustellmaß ... *
- kein Schlichtaufmaß

Alle Einträge können Sie den beiden Abbildungen entnehmen.

Ok

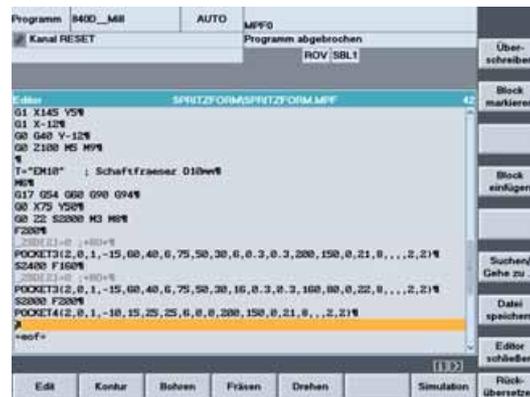
Übernehmen Sie den Zyklus für die erste Kreistasche ins Programm.

Man könnte nun mit dem Softkey [Kreis-Tasche] erneut das Dialogfenster für den zweiten Kreistaschenzyklus aufrufen. Wie eingangs beschrieben, soll hier jedoch eine andere Vorgehensweise eingeübt werden.

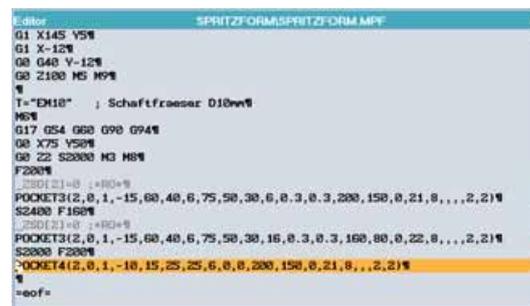


Verlassen Sie also das Menü zum Taschenfräsen

3.2.5 Programmteil kopieren



Der Zyklus für die Kreistasche wurde ins Programm übernommen. Der Cursor steht in der nächsten (leeren) Zeile.



Setzen Sie den Cursor auf die Programmzeile mit der Kreistasche POCKET4.

Block
markieren

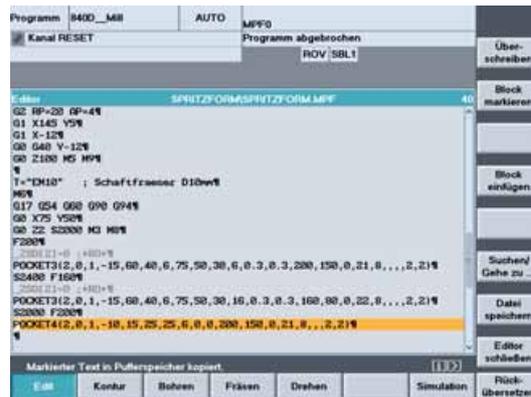


Drücken Sie den vertikalen Softkey [Block markieren].

Die Zyklus wird farblich hervorgehoben und der Softkey invers (weiß auf blau) dargestellt.

3.2 Programmierung Fräsen - Werkstück "Spritzform"

Block kopieren



Kopieren Sie per Softkey den Zyklus in den Pufferspeicher

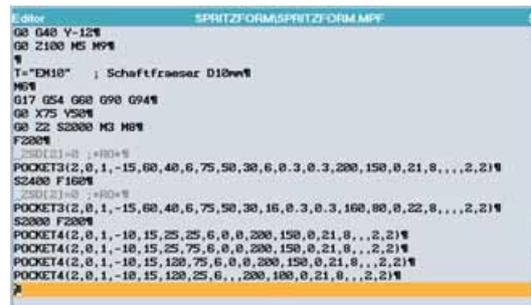
Block einfügen



Bewegen Sie den Cursor zurück in die nächste (leere) Zeile und fügen Sie den Zyklus aus dem Puffer an dieser Stelle ein.

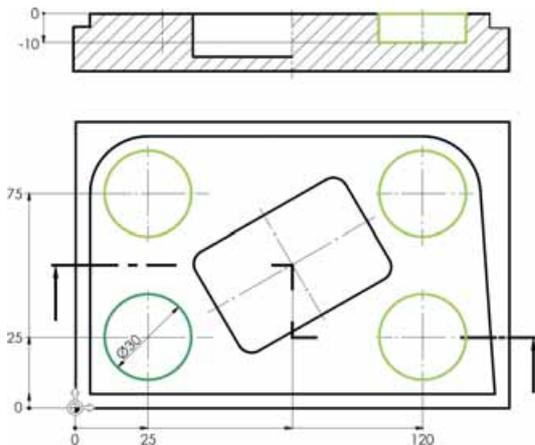
Block einfügen

Block einfügen



Wiederholen Sie das Einfügen noch zweimal für die dritte und vierte Kreistasche.

Das Ergebnis sind vier identische Kreistaschen-Zyklen.

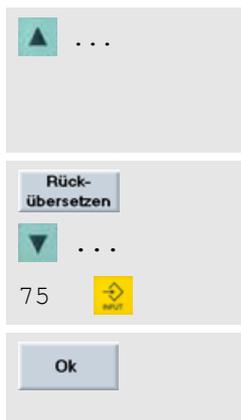


Sie müssen nun lediglich bei den drei kopierten Zyklen die Parameter für die Position der Tasche anpassen.

Über den Softkey [Rückübersetzen] werden die im Texteditor kryptisch dargestellten Zyklen wieder in die Darstellung des Dialogfensters "rückübersetzt".

Ausgehend von der ersten Tasche unten links sollen die übrigen Taschen im Uhrzeigersinn bearbeitet werden.

- Die Tasche oben links liegt bei X25/Y75 ...

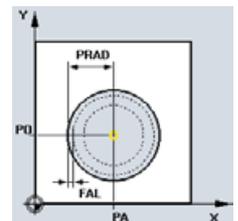


```
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
```

Markieren Sie den zweiten Zyklus.

Mittelpunkt	PA	25.000
Mittelpunkt	PO	75.000

"Rückübersetzen" Sie den Zyklus und ändern Sie den Wert 'Mittelpunkt PO'.



Übernehmen Sie den geänderten Zyklus für die zweite Kreistasche ins Programm.

- Die Tasche oben rechts liegt bei X120/Y75 ...



```
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,75,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
```

Markieren Sie den dritten Zyklus.

Mittelpunkt	PA	12.000
Mittelpunkt	PO	75.000

Machen Sie hier bei der Eingabe des Wertes 'Mittelpunkt PA' "absichtlich versehentlich" einen Fehler und "vergessen" Sie die 0 von 120. Auf der nächsten Seite wird dieser Fehler bei der Simulation aufgegriffen.

Übernehmen Sie den geänderten Zyklus für die dritte Kreistasche ins Programm.

3.2 Programmierung Fräsen - Werkstück "Spritzform"

- Die Tasche unten rechts liegt bei X25/Y75 ...



```
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,75,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,12,75,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
```

Markieren Sie den letzten Zyklus.



Mittelpunkt	PA	120.000
Mittelpunkt	PO	25.000

"Rückübersetzen" Sie den Zyklus und ändern Sie den Wert 'Mittelpunkt PA'.

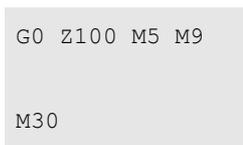


Übernehmen Sie den Zyklus für die vierte Kreistasche ins Programm.



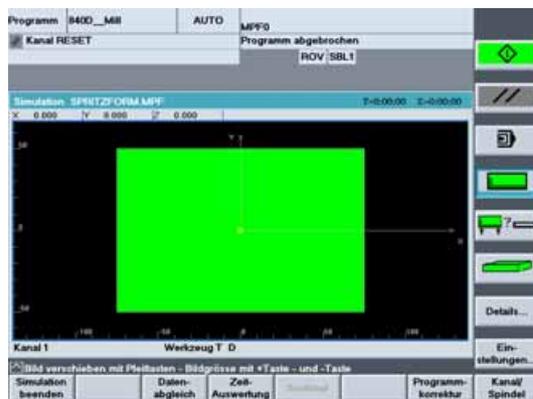
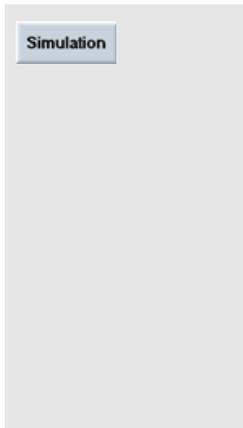
```
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,25,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,25,75,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,12,75,6,0,0)
POCKET4(2,0,1,-10,15,120,25,6,0,0)
```

Setzen Sie den Cursor anschließend in die nachfolgende Leerzeile.



Die Bearbeitung ist abgeschlossen: Wegfahren vom Werkstück, Spindel und Kühlmittel AUS!

Programm-Ende (wenn nicht schon zuvor geschrieben).



Aufruf der Simulation zur Kontrolle der Programmierung



Rohteilmaße-Quader		
X-min 0	Y-min 0	Z-min -20
X-max 150	Y-max 100	Z-max 0

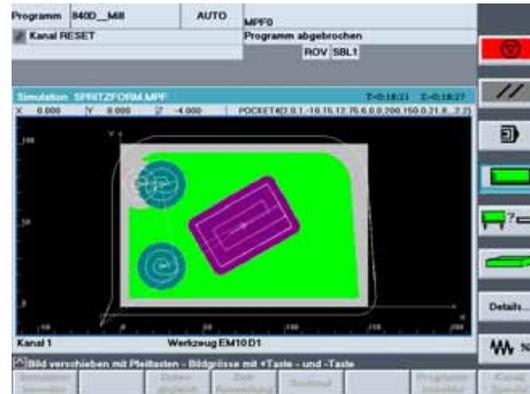
Das Werkstück 'Spritzform' hat einen anderen Nullpunkt als das zuvor programmierte Werkstück.

Also müssen die Rohteil-Ecken des Quaders angepaßt werden:

Xmin 0 Ymin 0
Xmax 150 Ymax 100



Wenn ...

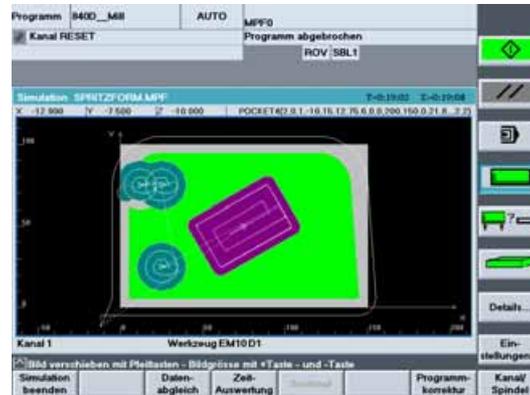


Starten Sie die Simulation.

Wenn Sie in der Simulation einen Fehler entdecken, wie hier bei der falsch positionierten dritten Kreistasche:

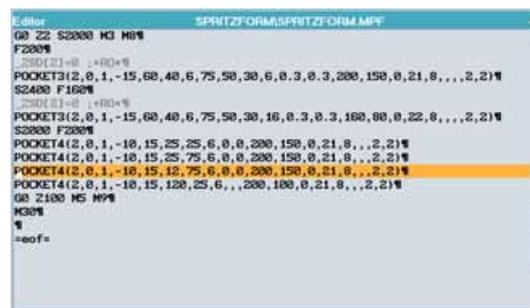


Programm-
korrektur



Stoppen Sie die Simulation, ...

... und aktivieren Sie zur Korrektur den Editor.



Der Cursor befindet sich dann schon genau in der Zeile, in der Sie die Simulation verlassen haben (hier also bei der dritten Kreistasche).

4 Programmierung Drehen

In diesem Kapitel lernen Sie anhand zweier einfacher Drehteile die Programmierung der Steuerungen SINUMERIK 810D/840D/840Di kennen.

Wie schon im Fräskapitel gilt auch hier: Die Musterprogramme sind als Einstieg gedacht, die Ihnen einen ersten Überblick über die Programmiermöglichkeiten der Steuerung geben sollen.



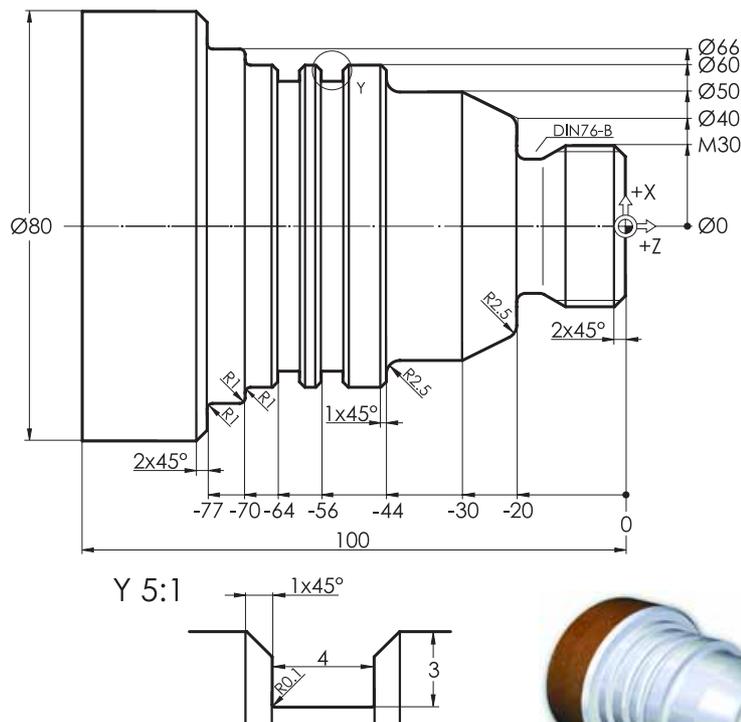
Wenn Sie Übung haben, können Sie die Programme später nach eigenen Vorstellungen optimieren.



Bei der zweiten Welle lernen Sie den SINUMERIK-Konturrechner und Funktionen zur Komplettbearbeitung kennen.

4.1 Werkstück "Welle"

Anhand des Werkstücks "Welle" (Rohteil $\varnothing 80$, Länge 101) lernen Sie Taste für Taste den kompletten Weg von der Zeichnung zum fertigen NC-Programm kennen. Dabei werden folgende Themen behandelt:



- Gliederung in Werkstück, Teile- und Unterprogramm
- Unterprogramm-Technik für die Konturbeschreibung und das Anfahren des Werkzeugwechselpunktes
- Werkzeugaufruf, Schnittgeschwindigkeit, grundlegende Funktionen
- Plandrehen
- Abspannzyklus CYCLE95
- Schichten mit Werkzeugradiuskorrektur
- Gewindefreistichzyklus CYCLE96
- Gewindezyklus CYCLE97
- Einstichzyklus CYCLE93



4.1.1 Werkstück und Unterprogramm anlegen

Tasten/Eingaben

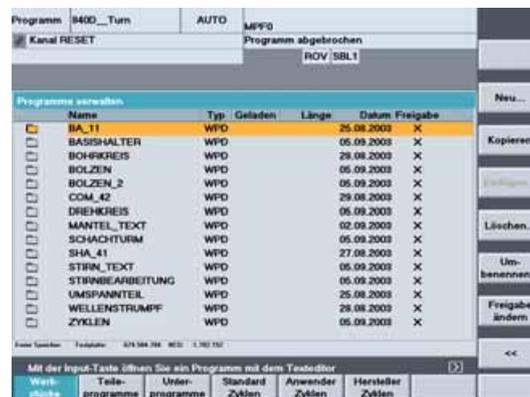
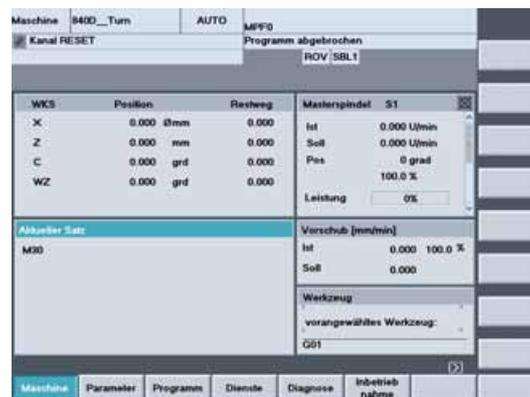
()



Programm

()

Bildschirm / Zeichnung



Erläuterung

Ausgangszustand:

- Beliebiger Bedienbereich (hier 'Maschine') und Bedienart (hier 'AUTO')
- Kanalzustand 'RESET', d. h., es wird momentan kein Programm abgearbeitet. Falls noch nicht erfolgt, setzen Sie die Steuerung mit der <Reset>-Taste in den 'Reset'-Zustand (siehe Statuszeile oben links).

Wechsel in das Grundmenü

In der horizontalen Softkeyleiste stehen die Bedienbereiche. Der aktive Bedienbereich 'Maschine' ist optisch hervorgehoben.

Wechsel per Softkey in den Bedienbereich 'Programm'

Es gibt verschiedene Programmtypen, die nun in der Softkeyleiste aufgeführt sind.

Der markierte Typ 'Werkstücke' steht für Verzeichnisse, in die alle relevanten Daten einer Bearbeitungsaufgabe (Teileprogramme, Unterprogramme etc.) abgelegt werden können.

So lassen sich alle Dateien übersichtlich gliedern.

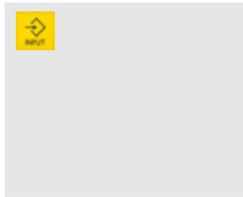
4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"



Legen Sie ein neues Werkstück-Verzeichnis für die "WELLE" an.

Geben Sie den Werkstück-Namen ein (zwischen Groß- und Kleinbuchstaben wird dabei nicht unterschieden).

Beachten Sie, dass jeder Name nur einmal verwendet werden kann. Unter Umständen müssen Sie also einen anderen Namen wählen.



Text- und Zahleneingaben übernehmen Sie an der Steuerungstastatur immer mit der gelben <Input>-Taste, am PC mit <Return>. Das Feld 'Dateityp' erhält den Fokus.



Da Sie ein Werkstück (WPD = WorkPieceDirectory) anlegen wollen, können Sie den Dateityp ohne Änderung übernehmen.



Es erscheint wieder ein Eingabefenster zur Anlage von Dateien innerhalb des Werkstück-Verzeichnisses.

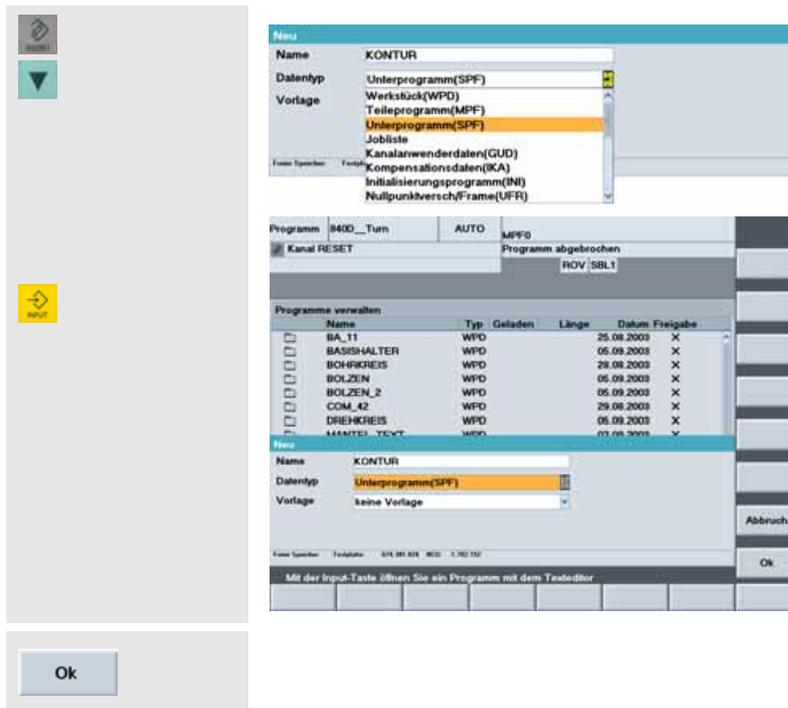
Der Name "WELLE" wurde vom Werkstück-Verzeichnis übernommen, und im Feld 'Dateityp' steht erneut 'Werkstück(WPD)'.



Sie möchten zunächst in einem Unterprogramm die Drehkontur eingeben.

Überschreiben Sie erst den Namen durch den Namen des Unterprogramms "KONTUR".

Übernehmen Sie ihn mit <Input>.



Mit der <Edit>-Taste öffnen Sie dann die Liste der Datei-Typen. Markieren und übernehmen Sie den Typen 'Unterprogramm'!

(SPF = Sub Program File)

(Alternativ können Sie auch über den Anfangsbuchstaben <u> den gewünschten Typ direkt auswählen.)

Eine Vorlage wird nicht verwendet..



Es wird automatisch der Editor geöffnet, in dem das Unterprogramm geschrieben wird.

In der Kopfzeile steht der Name des Werkstück-Verzeichnisses und dahinter der Name des Programms. Die erste Programmzeile ist markiert.

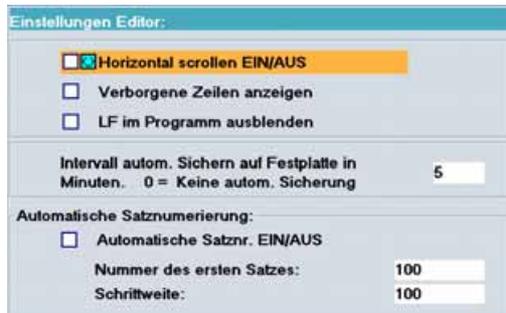
= eof = markiert das Programm-Ende (End of File).

4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"

Wenn ...

```
Editor
N100
=eof=
```

Wenn an Ihrer Steuerung die automatische Satznummerierung aktiv ist ...



Es soll **ohne** automatische Zeilennummerierung programmiert werden.

Die Steuerung arbeitet auch ohne Satznummern, und das Schreiben eines Programmes ohne Nummern ist komfortabler.

Sie können später über [Neu nummerieren] automatisch Satznummern ergänzen.

Übernehmen Sie die geänderte Einstellungsmaske.

Löschen Sie die automatisch angelegte erste Zeilennummer.

```
G18 G90 DIAMON
```

G18 legt die XZ-Ebene als Bearbeitungsebene fest (Standard im Drehen). G90 legt fest, dass alle Koordinaten absolut, das heißt bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt eingegeben werden.

DIAMON steht für "Diameter ON", auf deutsch also "Durchmesser EIN". Das heißt, X-Werte werden grundsätzlich (unabhängig von G90/G91) bezogen auf den Durchmesser eingegeben.

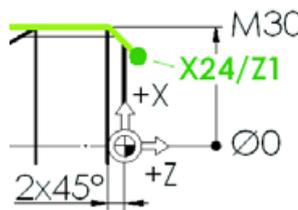
Alternativen: 'DIAMOF' Radiusbezug ... unabhängig von G90/G91

'DIAM90' Durchmesserbezug... bei aktivem G90 (Absolutbemaßung)
Radiusbezug ... bei aktivem G91 (Kettenbemaßung)



Mit <Input> wird die Zeile abgeschlossen. Der Cursor springt in die nächste Zeile. (Diese Taste wird nachfolgend nicht mehr extra aufgeführt.)

```
G1 X24 Z1
```

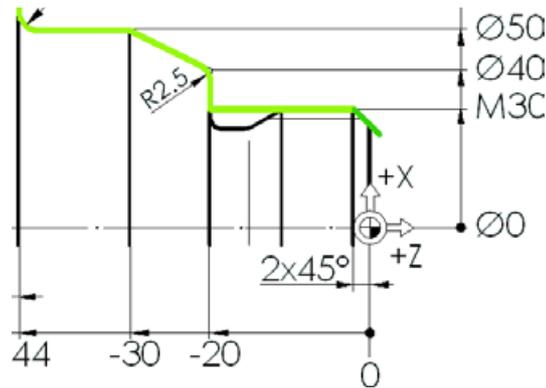


Die Befehle zum Plandrehen des Werkstücks bei Z0 werden später im Hauptprogramm eingegeben.

Das Unterprogramm beginnt mit einem G1-Befehl auf einen Startpunkt in der Verlängerung der Fase 2x45°.

Beachten Sie: Der X-Wert bezieht sich auf den Durchmesser!

G1 X30 Z-2

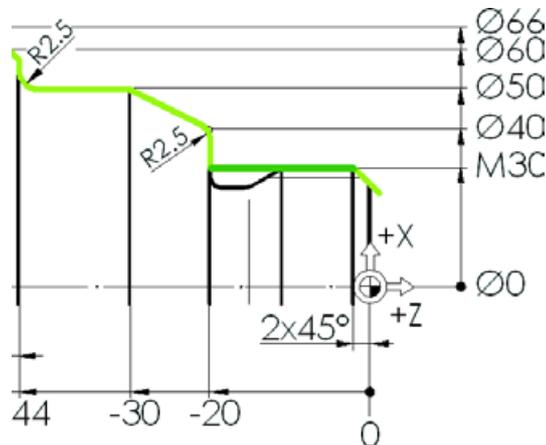


Das Anfahren an die Kontur von X24/Z1 und die Bearbeitung der 45°-Fase kann in einem Satz erfolgen.

Der Meißel verfährt in X und Z um jeweils 3 mm auf die programmierte Position X30/Z-2

Der G1-Befehl aus den voranstehenden Sätzen ist "modal wirksam". Das heißt, alle nachfolgenden Sätze würden, auch ohne dass man G1 schreibt, als Geraden verfahren. (G1 wird erst durch einen Befehl für einen Bogen G2/G3 oder eine Eilgangbewegung G0 aufgehoben). Hier wird jedoch der Übersichtlichkeit halber durchgängig G1 geschrieben.

G1 Z-20



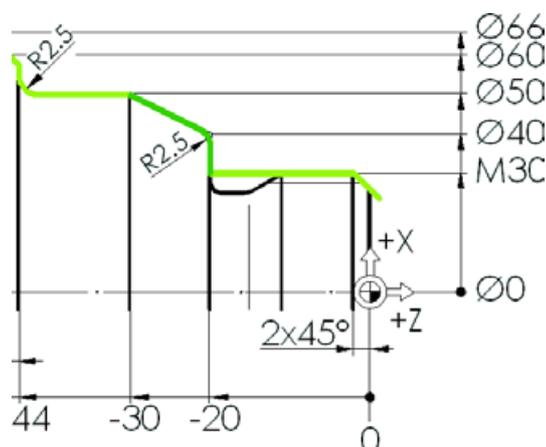
Waagrechtes Überdrehen des Gewinde-Neßdurchmessers.

Der X-Wert 30 bleibt aus dem vorher programmierten Satz erhalten, d.h. er ist "modal wirksam".

Der Gewinde-Freistich wird später als eigenständiger Zyklus programmiert.

G1 X40 RND=2.5

G1 X50 Z-30

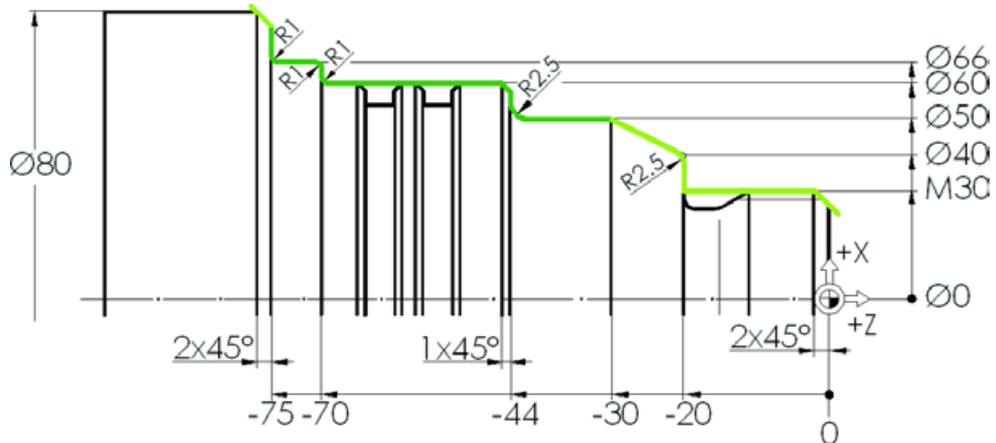


Senkrechte auf X40. Der Übergang zur Schrägen auf X50/Z-30 wird mit 2.5 mm verrundet (RND = Rounding).

4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"

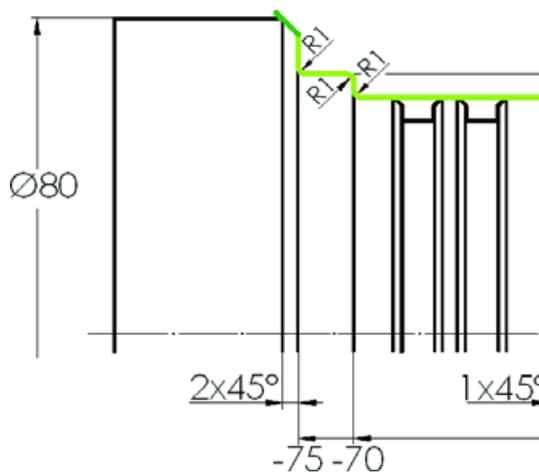
```
G1 Z-44 RND=2.5
G1 X60 CHR=1
G1 Z-70 RND=1
G1 X66 RND=1
G1 Z-75 RND=1
G1 X76
```

Programmieren Sie die übrigen Verfahrenwege entlang der Kontur!
CHR=1 erzeugt eine Fase (engl. "Chamfer") zwischen den Geraden mit der **Breite** 1 mm.
 (Eine Fase, deren **Länge** bemaßt ist, würde mit dem Befehl **CHF** programmiert werden.)



```
G1 X82 Z-78
```

```
M17
```



Fase und tangenciales Verlassen der Kontur

M17 kennzeichnet das Unterprogramm-Ende.

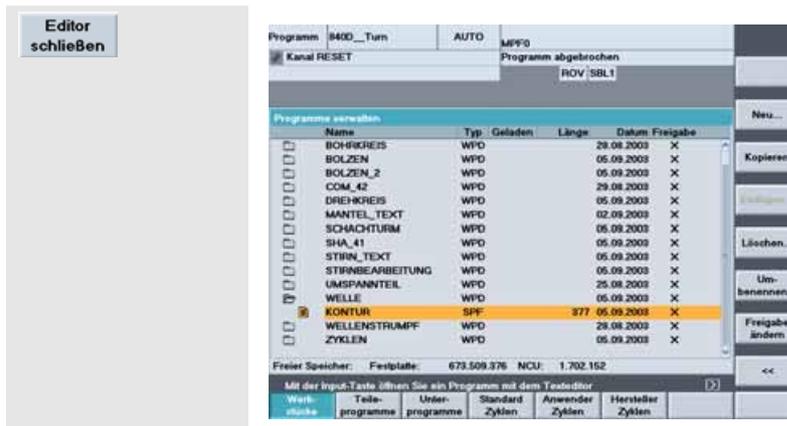
```
Editor WELLE\KONTUR.SPF
G18 G90 DIAMON¶
G1 X24 Z1 ; Startpunkt¶
G1 X30 Z-2 ; tangenciales Anfahren und Fase¶
G1 Z-20 ; Waagerechte¶
G1 X40 RND=2.5 ; Senkrechte mit Verrundung¶
G1 X50 Z-30 ; Schraege¶
G1 Z-44 RND=2.5¶
G1 X60 CHR=1 ; Senkrechte mit Fase¶
G1 Z-70 RND=1¶
G1 X66 RND=1¶
G1 Z-75 RND=1¶
G1 X76¶
G1 X82 Z-78 ; Fase und tangenciales Abfahren¶
M17¶
```

Das gesamte Unterprogramm im Überblick!

Einige Programmzeilen sind im Bild mit Kommentaren versehen. Kommentare im Programm werden durch ein vorangestelltes Semikolon gekennzeichnet.

Das Zeichen ¶ markiert das Ende einer Zeile.

Selbstverständlich hätten Sie diese Kontur auch mit Hilfe des Konturrechners eingeben können (vgl. die Kontur des Drehteils "Komplett").



Das Unterprogramm wird gespeichert, und Sie kehren zurück zur Programmverwaltung.

Je nach Konfiguration Ihrer Steuerung können Sie das Programm auch zwischendurch per Softkey speichern, bzw. Sie werden beim Schließen gefragt, ob Sie das Programm speichern wollen.



Legen Sie nach dem gleichen Schema nun ein Unterprogramm "WWP" an.

Dieses Unterprogramm erledigt später das Anfahren zum Werkzeugwechselpunkt und wird bei jedem Werkzeugwechsel aufgerufen.

```
G0 G18 G40 G500 G90 X400 Z600 T0 D0 G97 S300 M4 M9
M17
```

Schreiben Sie diese beiden Programmzeilen ab! Am Ende der ersten Zeile übernehmen Sie diese mit . Gleichzeitig springt der Cursor in die nächste Zeile.

Es wird ...

- im Eilgang (G0),
- in der XZ-Ebene (G18),
- bei abgewählter Werkzeugradiuskorrektur (G40)
- im Maschinenkoordinatensystem (G500)
- auf die absolute Position (G90) X400/Z600

... gefahren.

Diese Position bezieht sich auf den Werkzeughalter (T0 D0). Werkzeugkorrekturen sind ausgeschaltet. Da die Achsen mancher Maschinen nur bei rotierender Spindel verfahren werden, muss auch eine Drehzahl (G97 S300) und eine Drehrichtung (M4) programmiert werden. Das Kühlmittel wird abgeschaltet (M9).

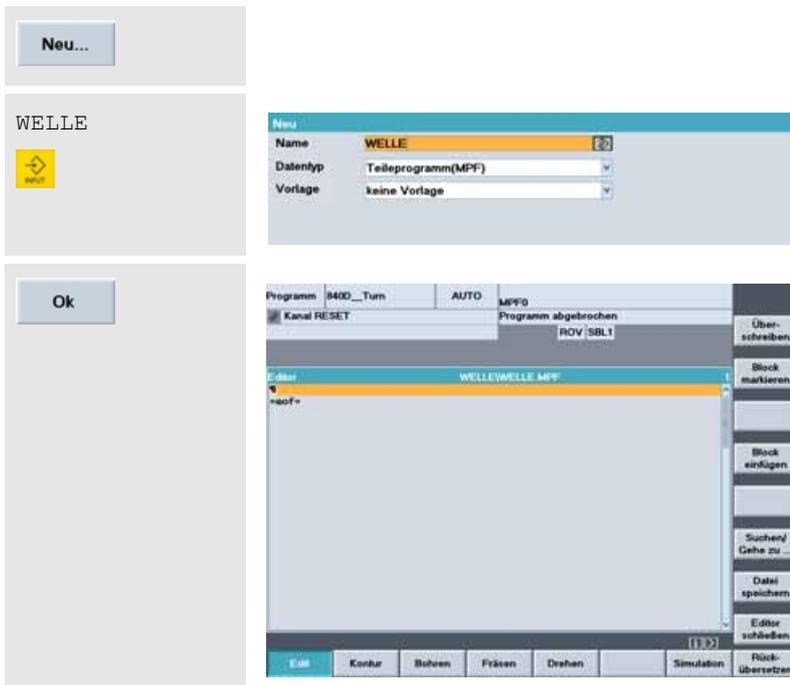
M17 kennzeichnet das Unterprogramm-Ende.



Speichern Sie das Unterprogramm, indem Sie den Editor schließen.

4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"

4.1.2 Werkzeugaufruf, Schnittgeschwindigkeit und grundlegende Funktionen



Das Teileprogramm "WELLE" wird angelegt.

WWP ; Werkzeugträger auf Wechselpunkt



Aufruf des Unterprogramms zum Anfahren des Werkzeugwechselpunktes und optionaler Kommentar

Je nachdem, wie Ihre Steuerung konfiguriert ist, unterscheidet sich der Werkzeugaufruf:

Entweder Wenn Sie eine Steuerung verwenden, die Werkzeuge mit Klartextnamen verwaltet (vgl. Kapitel 2.2.1) ...

```
T="RT1" D1 ; Schrupper 80° R0.8
```



Oder Wenn Sie eine Steuerung verwenden, die Werkzeuge mit T-Nummern verwaltet (vgl. Kapitel 2.2.2) ...

```
T1 D1 ; Schrupper 80° R0.8
```



Das Werkzeug (T = Tool) wird mit seinem Klartextnamen "RT1" ausgewählt, der in der Werkzeugverwaltung (Bedienbereich 'Parameter') vergeben wurde.

Das Werkzeug (T = Tool) wird mit seiner T-Nummer ausgewählt, die in der Werkzeugverwaltung (Bedienbereich 'Parameter') vergeben wurde. Diese Nummer entspricht dem Revolverplatz des Werkzeugs (hier Platz 1).

Achtung: Auf diese Fallunterscheidung bei der Werkzeugverwaltung wird später nicht noch einmal eingegangen. Sie müssen den Werkzeugaufruf dann selbständig ändern!

G96 S250 LIMS=3000 M4 M8



G96 schaltet die konstante Schnittgeschwindigkeit ein, d.h. der Meißel schneidet - unabhängig vom Durchmesser, auf dem er sich befindet - mit 250 m/min (siehe Kapitel 1.2.3). Da bei kleinen Durchmessern die Drehzahl gegen unendlich gehen würde, wird zusammen mit G96 immer eine Drehzahlgrenze (LIMS für Limit Speed) programmiert, hier also 3000 1/min.

M4 gibt die Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn (Blickrichtung "aus dem Futter raus") vor.

M8 schaltet das Kühlmittel ein.

G18 G54 G90



Dieses sind weitere grundlegende Funktionen, die in der nachfolgenden Übersicht näher erläutert werden. Oft gelten diese Funktionen für ein ganzes Programm ("modale Wirksamkeit") und können dann auch einmalig im Programmkopf stehen. Sicherheitshalber aber wird empfohlen, diese Funktionen bei jedem Werkzeugwechsel aufzuführen.

Dies gilt insbesondere für die Komplettbearbeitung auf Drehmaschinen, wo verschiedene Bearbeitungen (Drehen, Bohren, Fräsen) in unterschiedlichen Bearbeitungsebenen kombiniert auftreten.

Erläuterung der Funktionen	Funktionen der gleichen Gruppe
G18 - Ebenenanwahl XZ-Ebene	G17 - Ebenenanwahl XY-Ebene G19 - Ebenenanwahl YZ-Ebene
G41 - Werkzeugradiuskorrektur links von Kontur	G42 - Werkzeugradiuskorrektur rechts von Kontur G40 - Abwahl der Werkzeugradiuskorrektur
G54 - Aktivierung der ersten Nullpunktverschiebung	G55, G56, G57 - weitere Nullpunktverschiebungen G53 - Aufheben aller Nullpunktverschiebungen (satzweise wirksam) G500 - Ausschalten aller Nullpunktverschiebungen
G90 - Programmierung von Absolutmaßen	G91 - Programmierung von Inkrementalmaßen (Kettenmaßen)
G95 - Umdrehungsvorschub in mm/U (Standard im Drehen, G95 wird bei aktivem G96 automatisch eingeschaltet)	G94 - Linearvorschub in mm/min (Standard im Fräsen)
G96 - Konstante Schnittgeschwindigkeit (für die Drehbearbeitung)	G97 - Konstante Drehzahl (für Bohr- und Fräsoperationen)

Funktionen einer Gruppe heben sich gegenseitig auf. Welche Funktionen gerade aktiv sind, können Sie im Bedienbereich 'Maschine' per Softkey  "nachschießen".

4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"

```
Editor WELLEWELLE.MPF
M0P ; Werkzeugträger auf Wechsellpunkt
%
T="RT1" D1 ; Schruppmeißel 80° R0.8%
G96 S250 LIMS=3000 M4 M9%
G18 G54 G90%
%eof%
```

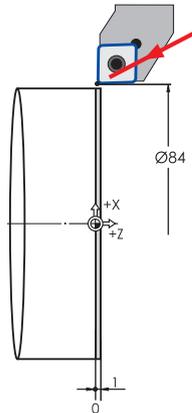
Soweit die ersten Zeilen des Programms!

Der Werkzeugträger steht auf dem Wechsellpunkt, das erste Werkzeug wurde eingewechselt und wichtige, generelle Grundeinstellungen festgelegt.

Mit dem Schruppmeißel soll nun das Werkstück plangedreht werden.

4.1.3 Plandrehen

G0 X84 Z0.2

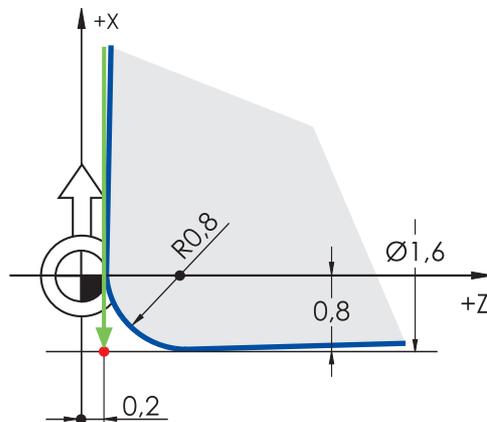


Im Eilgang (G0) wird der Meißel zunächst vom Werkzeugwechsellpunkt auf eine Position 2 mm über dem Werkstück bewegt.

In Z-Richtung wird 0.2 mm Aufmaß an der Planfläche für das Schlichten berücksichtigt.

(Die -Taste zur Übernahme einer Programmzeile wird ab hier im Sinne einer besseren Lesbarkeit nicht mehr extra aufgeführt. Übernehmen Sie selbständig jede Zeile mit  !)

G1 X-1.6 F0.32



Im Vorschub wird geplant.

Dabei wird in X-Richtung entsprechend dem Schneidenradius über die Drehmitte hinaus verfahren (negativer X-Wert):

Schneidenradius 0.8 mal 2 für die Durchmesser-Koordinate: X-1.6

G0 Z2

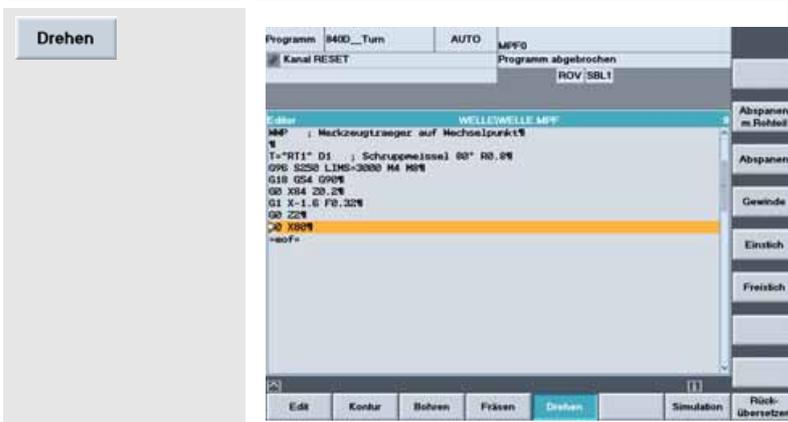
Abheben vom Werkstück

G0 X80

Zwischenpunkt nahe des Startpunktes für den anschließenden Schruppzyklus

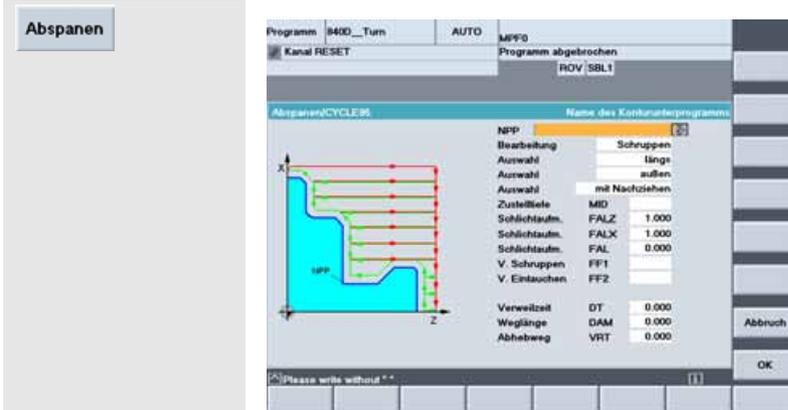
Der eigentliche Startpunkt wird von der Steuerung berechnet. Da dieser von der aktuellen Position Z2 aus kollisionsfrei angefahren werden könnte, dient der Satz G0 X80 Z2 nur zur besseren Lesbarkeit des Programmes bzw. zur Sicherheit bei Programmänderungen. Er kann ggf. also entfallen.

4.1.4 Abspannzyklus CYCLE95



Auf der horizontalen Softkeyleiste sind die Hauptmenüs angeordnet.

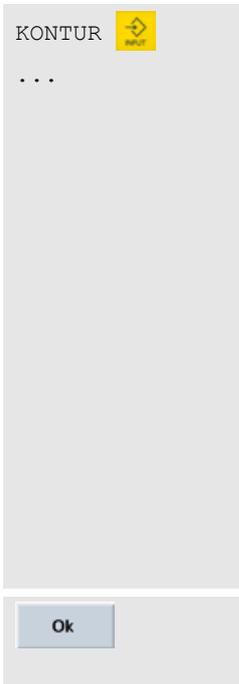
Durch Drücken des Softkeys [Drehen] erscheinen auf der vertikalen Softkeyleiste Untermenüs für die verschiedenen Drehzyklen.



Über den vertikalen Softkey wird das Dialogfenster für den Abspannzyklus CYCLE95 geöffnet.

Der Cursor steht auf dem ersten Eingabefeld. Im Hilfebild ist die Bedeutung einiger Felder grafisch erläutert. In der gelben Kopfzeile steht immer eine ausführliche Bezeichnung des Parameters.

Im ersten Feld ist also der Name des Kontur-Unterprogramms gefordert.



NPP	KONTUR	
Bearbeitung	Schruppen	
Auswahl	längs	
Auswahl	außen	
Auswahl	mit Nachziehen	
Zustelltiefe	MID	3.000
Schlichtaufm.	FALZ	0.200
Schlichtaufm.	FALX	0.500
Schlichtaufm.	FAL	0.300
V. Schruppen	FF1	0.300
V. Eintauchen	FF2	0.200
Verweilzeit	DT	0.000
Weglänge	DAM	0.000
Abhebeweg	VRT	1.000

CYCLE95 ("KONTUR", 3,0.2,0.5,0.3,0.3,0.2,,1,0,0,1)¶

Ändern bzw. ergänzen Sie die Einträge entsprechend den Vorgaben des Bildes.

Hier soll die Grob-Bearbeitung 'Schruppen' gewählt werden.

Das Schlichten erfolgt später separat durch einfaches Durchlaufen des Unterprogramms "KONTUR".

Der Zyklus wird ins Programm übernommen.

4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"



Mit der <Recall>-Taste verlassen Sie das Menü mit den Drehzyklen.

Wenn Sie einen Zyklussatz nachträglich ändern wollen, können Sie das über den horizontalen Softkey [Rückübersetzen] tun.

Aufruf des Unterprogramms zur Anfahrt des Werkzeugwechsellpunktes

Eine extra Leerzeile zum Ende der Bearbeitung mit dem Schruppmeißel dient der Gliederung.

4.1.5 Schlichten

```
T="FT1" D1 ; Schlichter R0.4  
G96 S320 LIMS=3000 M4 M8  
  
G18 G54 G90
```

```
G0 X32 Z0  
G1 X-0.8 F0.1  
G0 Z2
```

```
G0 G42 X22 Z2
```

```
KONTUR
```

```
G0 G40 G91 X2
```

Werkzeugaufruf

Schnittgeschwindigkeit für das Schlichten 320 m/min

Grundlegende Funktionen für die Bearbeitung

Plandrehen der Stirnfläche auf Maß

X-0.8 berücksichtigt den Schneidenradius R0.4
Abheben vom Werkstück

Anfahren in die Nähe der Startposition für die Schlicht-Verfahrwege des Unterprogramms "KONTUR". Gleichzeitig wird mit G42 die Werkzeugradiuskorrektur rechts von der Kontur eingeschaltet.

Aufruf des Unterprogramms mit der Schlichtkontur

Am Schluss wird (hier zur Übung einmal inkremental mit G91 und DIAMON) 1 mm vom Werkstück abgehoben.

Gleichzeitig wird die Werkzeugradiuskorrektur abgeschaltet (G40).

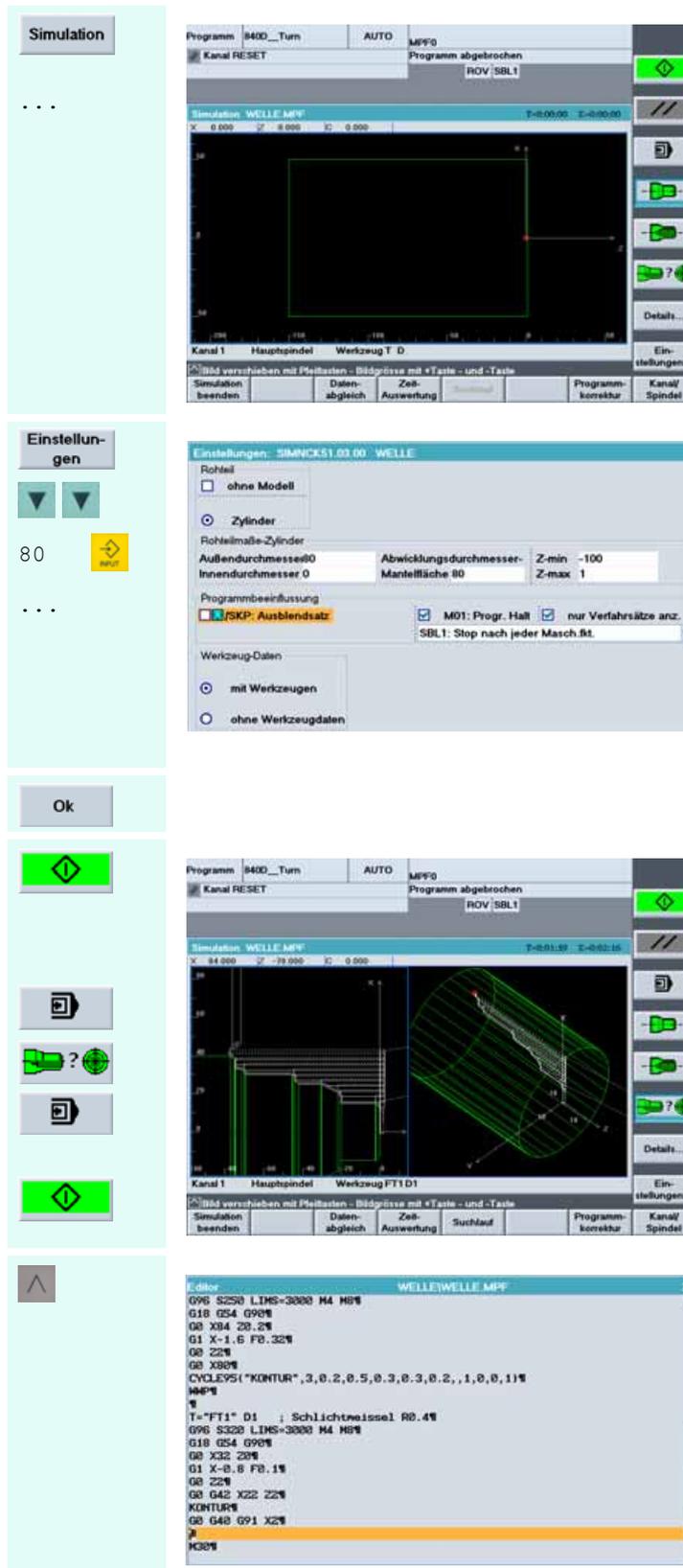


Wenn ...

Wenn Sie das Programm nun schon einmal simulieren wollen ...

```
M30
```

Die Simulation erwartet den Befehl M30 zur Kennzeichnung des Programm-Endes. Ohne M30 würde die Simulation zwar erfolgen, anschließend aber eine Fehlermeldung ausgegeben werden. Es wird also empfohlen, vor dem ersten Aufruf der Simulation M30 zu schreiben.



Rufen Sie die Simulationsgrafik auf.

Die Werkstück-Abmaße entsprechen in der Regel noch nicht dem zu simulierenden Programm.

Per Softkey öffnen Sie das Dialogfenster für die Simulationseinstellungen. Geben Sie die Rohteilmaße (Durchmesser und Länge) ein:

Außendurchmesser: 80
Z-min: -100
Z-max*: 1

* Aufmaß für das Planen

Übernehmen Sie die Einstellungen.

Mit dem Softkey [NC-Start] starten Sie die Simulation.

Mit [Single Block] können Sie zwischen Einzelsatz- und Folgesatz-Simulation wechseln.

Sie können zwischen verschiedenen Ansichten wählen.

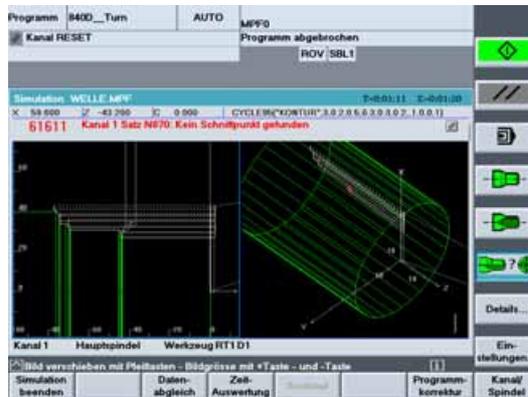
Verlassen Sie schließlich das Simulationsfenster mit der <Recall>-Taste.

Beachten Sie, dass Sie die nachfolgenden Programmzeilen **vor** den Befehl M30 einfügen.

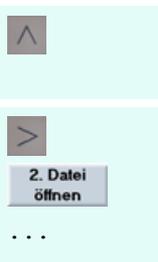
4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"

4.1.6 Fehlerkorrektur - Paralleles Editieren von Haupt- und Unterprogramm

Wenn ...

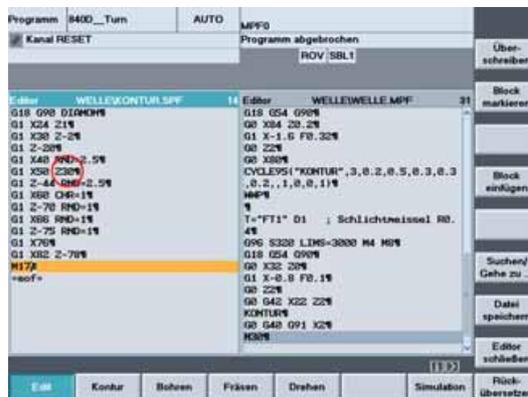


Wenn Sie in der Simulation einen Fehler entdeckt haben, der beispielsweise im Unterprogramm "KONTUR" zu suchen ist ...

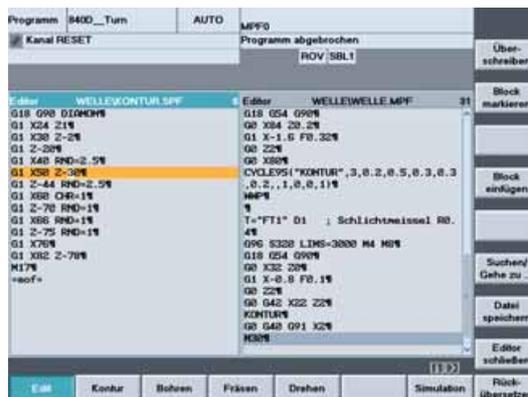


Verlassen Sie die Simulation mit der <Recall>-Taste.

Über die erweiterte horizontale Softkeyleiste können Sie das Unterprogramm "KONTUR" als zweite Datei in den Editor laden und ändern.



Hier wurde offenbar das Minuszeichen des Z-Wertes vergessen.

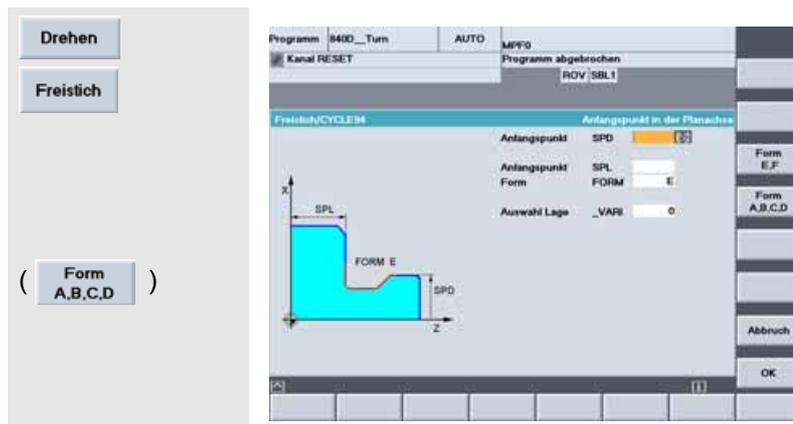


Das fehlende Minus-Zeichen wurde eingefügt.

Beachten Sie, dass Änderungen in dieser zweiten Datei nicht automatisch übernommen werden.

Die Datei muss erst per Softkey gespeichert werden!

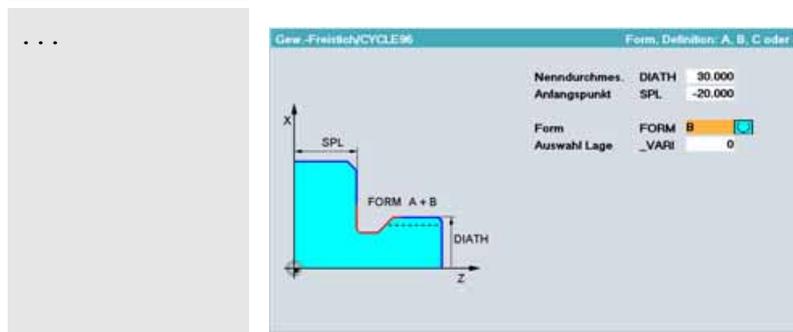
4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"



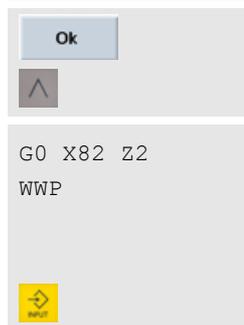
Rufen Sie per Softkeys das Eingabefenster für den Freistich-Zyklus auf.

Es wird unterschieden zwischen Form E und F (nach DIN 509) und Form A,B,C,D (für Gewindefreistiche nach DIN 76).

Per Softkey schalten Sie ggf. um auf [Form A,B,C,D].



Beim Nenndurchmesser 30 und Bezugspunkt Z-20 soll ein Gewindefreistich FORM B gedreht werden.



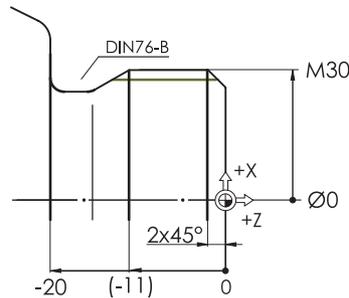
Übernahme des Zyklus ins Programm

Verlassen des Menüs 'Drehen'.

Anfahren einer sicheren Zwischenposition und Anfahren des Werkzeugwechsellpunktes

Eine extra Leerzeile zur Gliederung

4.1.8 Gewindegewindezyklus CYCLE97



Nach dem Freistich wird das Gewinde M30 gedreht.

Der Freistich ist nach Norm 9 mm breit. Das Maß ist im Bild zur Orientierung in Klammern eingetragen.

```
T="Thread" D1 ; Gewindedrehmeißel
G96 S200 LIMS=3000 M3 M8
```

```
G18 G54 G90
```

```
G0 X40 Z7
```

Werkzeugaufruf

Technologiedaten: Um ein Rechtsgewinde zu erzeugen, muss der Meißel im Revolver "überkopf" eingebaut werden.

Die Spindel muss folglich im Uhrzeigersinn drehen (M3).



Grundlegende Funktionen

Im Eilgang vom WWP in die Nähe des Startpunktes für den Gewindezyklus

Nach Norm hat ein M30-Gewinde eine Steigung von 3.5 mm. Faustformel für den Gewinde-Einlaufweg: ca. 2 - 3 x Steigung (hier 2 x Steigung gewählt)

Drehen
Gewinde
Gewinde-
schneiden

Programm 840_Turn AUTO MPFD
Kanal RESET Programm abgebrochen
ROV SBL1

Gewindegewinde JCYCLE97 Auswahl der Gewindetabelle

Tabelle	metrisch	<input checked="" type="checkbox"/>
als Gewindegröße	MPIT	
als Wert	PIT	
Anfangspunkt	SPL	
Endpunkt	FPL	
Durchmesser 1	DM1	
Durchmesser 2	DM2	
Einlaufweg	APP	3.000
Auslaufweg	ROP	3.000
Gewindetiefe	TDEP	
Schlichtaufm.	FAL	1.000
Zustellwinkel	IANG	0.000
Startpunktv.	NSP	0.000
Schnitte	NRC	1.000
Leerschnitte	NID	1.000
Auswahl		außen

Abbruch
OK

4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"

Tabelle metrisch

als Gewindegröße	MPIT	30.000
als Wert	PIT	3.500
Anfangspunkt	SPL	0.000
Endpunkt	FPL	-11.000
Durchmesser 1	DM1	30.000
Durchmesser 2	DM2	30.000
Einlaufweg	APP	7.000
Auslaufweg	ROP	6.000
Gewindetiefe	TDEP	2.273
Schlichtaufm.	FAL	0.100
Zustellwinkel	IANG	0.000
Startpunktv.	NSP	0.000
Schnitte	NRC	8.000
Leerschnitte	NID	1.000
Auswahl		außen

Auswahl	Konst. Zust.	
Anzahl Gänge	NUMT	1.000
Rückzug	VRT	0.000

```

G0 Z-10
F0.07
CYCLE96(30,-20,"B")
G0 X82 Z2
HNP
T="THREAD" ; Gewindemeissel
G96 S200 LIMS=3000 M3 M8
G18 G54 G90
G0 X40 Z7
CYCLE97(3.5,30,0,-11,30,30,7,6,2.273,0.1,0,0,8,1,1,1)
G0 X40
HNP
    
```

Simulation

Programm: M400_Turn AUTO M99
 Kanal RESET Programm abgebrochen (ROV/SBL)

Simulation: WELLE.MPF T=0:03:29 Z=0:03:34
 X: 400.000 Z: 630.000 C: 0.000

Kanal 1: Hauptspindel Werkzeug T D
 Bild verschieben mit Pfeiltasten - Bildgröße mit +Taste - und -Taste
 Simulation beenden Daten-abgleich Zeit-Auswertung Suchlauf Programm-korrektur Kanal/Spindel

Geben Sie die Werte für den Gewindezyklus ein.

Einige Werte ergeben sich nach Norm aus dem Nennmaß.

So werden die Einträge für die Gewindesteigung PIT und die Gewindetiefe TDEP automatisch vorgenommen.

Endpunkt und Auslaufweg addieren sich zu einem Verfahrensweg in Z auf -17. Anhand der Simulation können Sie überprüfen, ob dieses Maß "passt". Beachten Sie aber auch die tatsächliche Geometrie des Meißels.

Die letzten beiden Einträge im nach unten "gescrollten" Eingabefenster.

Übernahme des Zyklus ins Programm und Verlassen des Menüs

Anfahren einer sicheren Zwischenposition und Fahrt zum Werkzeugwechsellpunkt

Leerzeile zur Gliederung

Das Bild zeigt die Programmübersicht zu den letzten beiden Arbeitsschritten (Gewindefreistich und Gewinde).

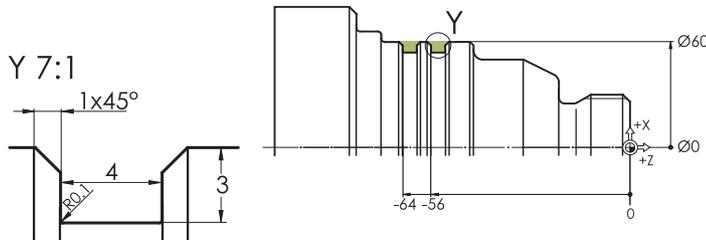
Aufruf der Simulation zur Kontrolle des Zyklus

Mit den Pfeiltasten und <+>/<-> können Sie den Ausschnitt "heranzoomen", in dem die Bearbeitung des Gewindes stattfindet.

Start der Simulation

Die Bearbeitung des Gewindes wird andersfarbig dargestellt. Die Farbwahl läßt sich über [Einstellungen...] > [Anzeige und Farben....] konfigurieren.

4.1.9 Einstechzyklus CYCLE93



```
T="GT_3" D1 ; Einstechmeißel 3mm, linke Schn.
G96 S200 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X64 Z-40
F0.05
```

Drehen

Einstich

...

Auswahl	längs	
Auswahl	außen	
Startpunkt	links	
Anfangspunkt	SPD	60.000
Anfangspunkt	SPL	-56.000
Breite	WIDG	4.000
Einstichtiefe	DIAG	3.000
Winkel	STA1	0.000
Flankenwink.1	ANG1	0.000
Flankenwink.2	ANG2	0.000
Übergang	CO1	-1.000
Übergang	CO2	-1.000
Übergang	RI1	0.100
Übergang	RI2	0.100
Schlichtaufm.	FAL1	0.000
Schlichtaufm.	FAL2	0.000
Zustelltiefe	IDEP	3.000
Verweilzeit	DTB	0.000
Auswahl	CHR	
Rückzug	VRT	0.000

Abschließend sind zwei Einstiche zu fertigen.

Die Vorgehensweise folgt dem inzwischen bekannten Schema:

- Werkzeugaufruf
- Technologiedaten
- Grundlegende Funktionen
- Eilgangspositionierung nahe dem ersten Einstich
- Vorschub
- Zyklusaufruf



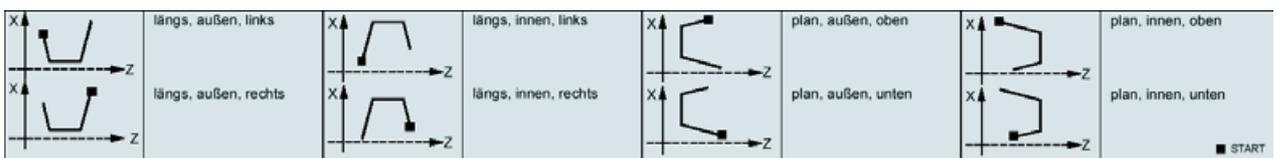
Tragen Sie die Werte für den ersten Einstich ein.

Hierbei sind folgende Besonderheiten zu beachten:

In den Feldern 'Radius / Fase' kennzeichnet ein negatives Vorzeichen die Ausführung als Fase.

Eine Fase kann entweder über ihre Breite oder ihre Länge definiert werden. Die Auswahl 'CHR' legt fest, dass die Einträge als "Fasenbreite" interpretiert werden (entsprechend der Bemaßung in der Zeichnung 1x45°).

Den Zusammenhang zwischen den beiden Feldern 'Auswahl' und dem Feld 'Startpunkt' veranschaulicht das nachfolgende Hilfebild:



4.1 Programmierung Drehen - Werkstück "Welle"



Anfangspunkt	SPD	60.000
Anfangspunkt	SPL	-64
Breite	WIDG	4.000
Einstichtiefe	DIAG	3.000

Übernahme des Zyklus ins Programm

Alle Einträge vom zuletzt angelegten Einstich sind erhalten geblieben sind.

Sie müssen in diesem Fall für den zweiten Einstich also nur den Wert für den 'Anfangspunkt SPL' ändern.

Übernahme des Zyklus ins Programm

Verlassen des Drehen-Menüs

Rückzug vom Werkstück

Fahrt zum Werkzeugwechsellpunkt

```

Editor WELLE|WELLE.MPF
MMP ; Werkzeugtraeger auf Wechsellpunkt
T="RT1" D1 ; Schruppmeissel 80° R0.8
G96 S250 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X84 Z0.2
G1 X-1.6 F0.32
G0 Z2
G0 X80
CYCLE95("KONTUR",3,0.2,0.5,0.3,0.3,0.2,,1,0,0,1)
MMP
T="FT1" D1 ; Schlichtmeissel R0.4
G96 S320 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X32 Z0
G1 X-0.8 F0.1
G0 Z2
G0 G42 X22 Z2
KONTUR
G0 G40 G91 X2
G0 Z-10
F0.07
CYCLE96(30,-20,"B")
G0 X82 Z2
MMP
T="THREAD" ; Gewindemeissel
G96 S200 LIMS=3000 M3 M8
G18 G54 G90
G0 X40 Z7
CYCLE97(3.5,30,0,-11,30,30,7,6,2.273,0.1,0,0,8,1,1,1)
G0 X40
MMP
T="GT_3" D1 ; Einstechmeissel 3mm, linke Schneide
G96 S200 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X64 Z-40
F0.05
CYCLE93(60,-56,4,3,0,0,0,-1,-1,0.1,0.1,0,0,3,0,11)
CYCLE93(60,-64,4,3,0,0,0,-1,-1,0.1,0.1,0,0,3,0,11)
G0 X82
MMP
M30
    
```

Das gesamte Teileprogramm noch einmal auf einen Blick!

Änderungen in den "normalen" Programmzeilen können Sie direkt im Texteditor vornehmen. Wenn Sie Passagen des Programms überschreiben wollen, aktivieren Sie dazu den Softkey [Überschreiben].

Für Änderungen in einem Zyklus sollten Sie den Cursor in die betreffende Zeile bewegen und dann mit dem Softkey [Rückübersetzen] das Eingabefenster des Zyklus öffnen.

Wenn Sie die Bearbeitungsreihenfolge ändern wollen, z. B. das Stechen vorziehen, gehen Sie so vor:

Setzen Sie den Cursor auf das erste Zeichen des betreffenden Programmblocks (also auf das 'T' in der Zeile T="Einstech_3" D1).

Drücken Sie dann den Softkey [Block markieren].

Bewegen Sie den Cursor mit den Pfeiltasten runter und nach rechts auf das letzte Zeichen des Blocks (also auf das 'P' in der Zeile "WWP").

Drücken Sie den Softkey [Block kopieren].

Setzen Sie den Cursor auf die Stelle im Programm, an der die Bearbeitung stattfinden soll, und drücken Sie [Block einfügen].

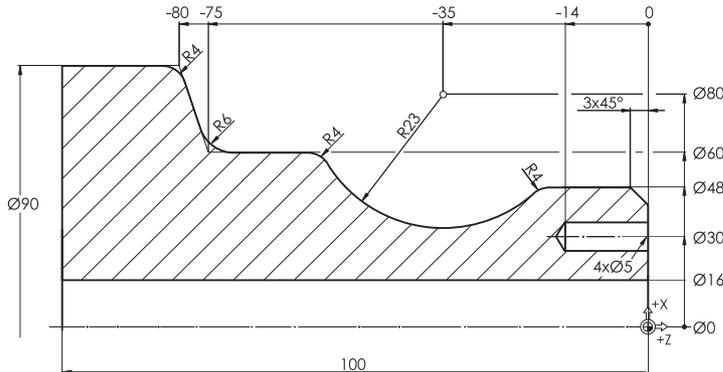
Markieren Sie schließlich erneut den Block an der Original-Stelle im Programm und löschen ihn dort per Softkey [Block löschen].

Mit [Editor schließen] speichern Sie das Programm und gelangen zurück zur Programm-Verwaltung.

Die Schritte zur Abarbeitung des Programms auf der Maschine sind in Kapitel 2.3.2 beschrieben.

4.2 Werkstück "Komplett"

Anhand des Werkstücks "Komplett" (Rohteil $\varnothing 90$, Länge 101) lernen Sie - neben einer Wiederholung der "klassischen" Drehbearbeitung, die schon am Beispiel der "Welle" behandelt wurde - weitere elementare und nützliche Aspekte der Steuerung kennen:



- SINUMERIK-Konturrechner zur einfachen grafisch-unterstützten Eingabe auch komplexer Konturen
- Zentrisches Bohren auf der Drehmaschine
- Außermittige Bearbeitung der Stirnfläche mit der Funktion TRANSMIT (mit angetriebenen Werkzeugen)
- Lochkreiszyklus HOLES2

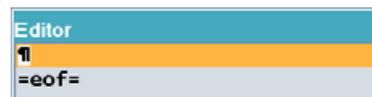
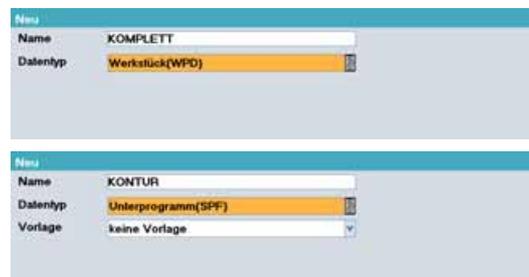


4.2.1 SINUMERIK-Konturrechner

Tasten/Eingaben



Bildschirm / Zeichnung



Erläuterung

Legen Sie, wie schon am Beispiel der "Welle" eingeübt, ein neues Werkstück-Verzeichnis an und geben Sie ihm z. B. den Namen "KOMPLETT".

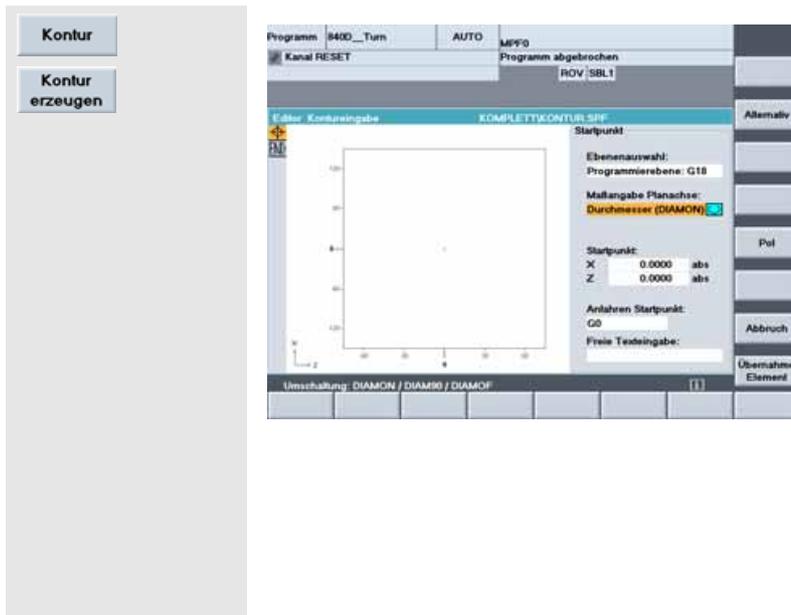
Legen Sie darin wiederum zunächst ein Unterprogramm mit Namen "KONTUR" an.

Siehe ggf. Kapitel 4.1.1.

Sie befinden sich nun im Editor und könnten versuchen, die Kontur wie bei der "Welle" mit G-Funktionen einzugeben.

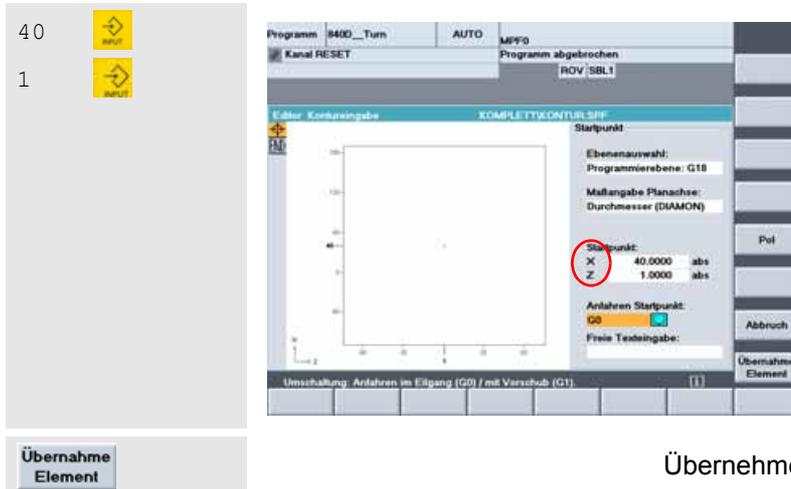
Weit einfacher geht es aber mit dem grafischen Konturrechner ...

4.2 Programmierung Drehen - Werkstück "Komplett"



Die Oberfläche des Konturrechners setzt sich aus drei Teilen zusammen:

- In der Spalte ganz links wird der Konturzug durch kleine **Symbole** ("Icons") dargestellt. Zu Beginn sind nur die Symbole für den Startpunkt und das Kontur-Ende vorhanden.
- In der Mitte wird sich im Laufe der Eingabe der Konturzug dynamisch als **Grafik** aufbauen. So haben Sie immer eine visuelle Kontrolle über Ihre Eingaben.
- Diese erfolgen über **Eingabefelder** rechts, wie Sie sie schon von den Zyklen her kennen.

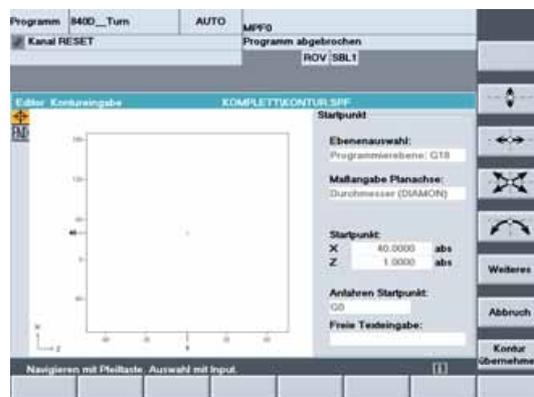


Der Konturzug beginnt 1 mm in X und 1 mm in Z vor dem ersten Konturpunkt.

Hinweis: Es kann sein, dass bei dem Softwarestand an Ihrer Steuerung aus Kompatibilitätsgründen noch Z vor X (und bei Kreisbögen entsprechend K vor I) programmiert werden muss!

Alle Maßangaben in X-Richtung beziehen sich auf den 'Durchmesser (DIAMON)'.

Übernehmen Sie den Startpunkt.



Statt in kryptischen G-Befehlen zu denken, können Sie hier den Konturzug über einfache Piktogramme anlegen (siehe vertikale Softkeyleiste).



48
-3

Er beginnt mit einer Schrägen ...



... auf den (absolut bemaßten) Endpunkt

X 48.0000 abs
Z -3.0000 abs

Der Winkel zur positiven X-Achse
 $\alpha_1 = 135.0000^\circ$

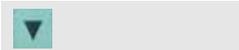
... wird automatisch berechnet und angezeigt. Neben der Grafik kann Ihnen diese Anzeige als Eingabe-kontrolle dienen.

Übernahme Element



Übernehmen Sie das erste Konturelement.

Es schließt eine waagerechte Strecke an. Dies wird durch eine strichpunktierte Linie angedeutet.



()
4



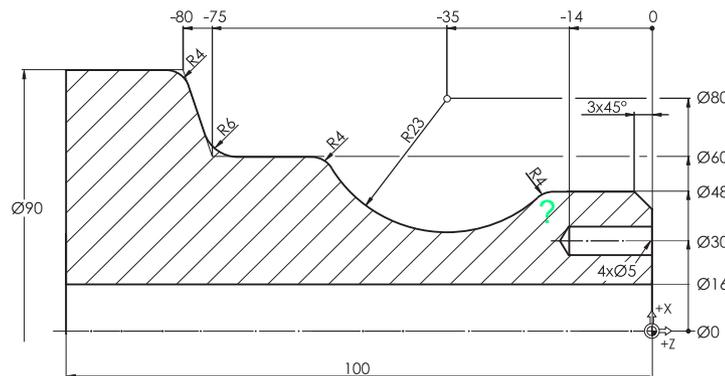
Der Endpunkt Z ist nicht bekannt. Das Eingabefeld bleibt leer.

Der 'Übergang zum Folgeelement', dem Bogen R23, wird mit R4 verrundet.

Schalten Sie ggf. mit der <Toggletaste> oder mit dem Softkey [Alternativ] von 'FS' (Fase) auf 'RD' (Radius) um, und geben Sie den Wert ein.

Übernahme Element

Übernehmen Sie das teilbestimmte Konturelement. Der Z-Wert des Endpunktes (?) ergibt sich später aus der Konstruktion des anschließenden Bogens R23.



4.2 Programmierung Drehen - Werkstück "Komplett"



Rufen Sie das Eingabefenster für Bögen auf:

Kreisbogen

R	23.0000	
X	60.0000	abs
Z		abs
I	80	
K	-35.0000	abs

Bekannt sind neben der Drehrichtung und dem Radius auch der Durchmesser-Wert des Endpunktes

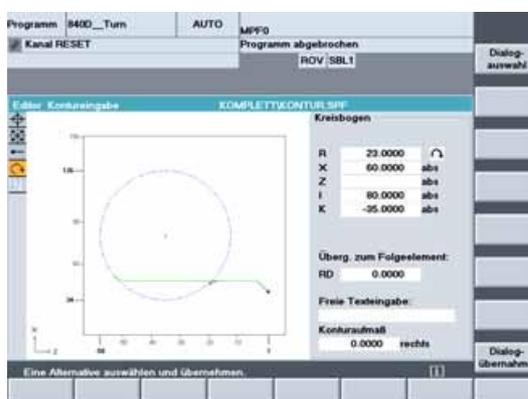
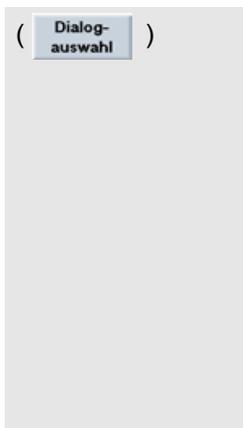
X 60.000 abs

... und die absoluten Koordinaten des Mittelpunktes

I 80.000 abs *

K -35.000 abs *

* Die Bedeutung von I und K als Mittelpunktskoordinaten in X und Z werden im Hilfebild veranschaulicht, das Sie, wenn der Cursor auf I oder K steht, mit der -Taste aufrufen können. Erneutes Drücken von führt wieder zurück zur Online-Grafik.



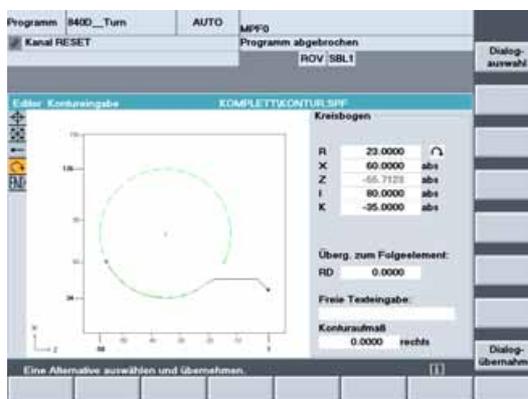
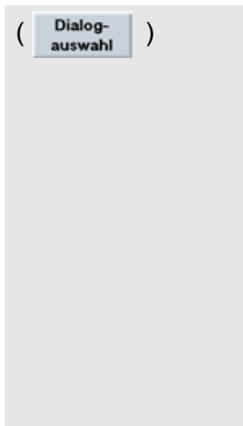
Nach der Eingabe von R, X, K und I ist der Kreisbogen soweit bestimmt, dass auch er in der Grafik strichpunktirt dargestellt werden kann.

Per Softkey wählen Sie nun zwischen zwei mathematisch möglichen Endpunkt-Koordinaten in Z (-14.288 oder -55.712).

Wählen Sie die Alternative, bei der der Punkt bei Z-55.712 schwarz markiert ist.



Übernehmen Sie den Dialog.



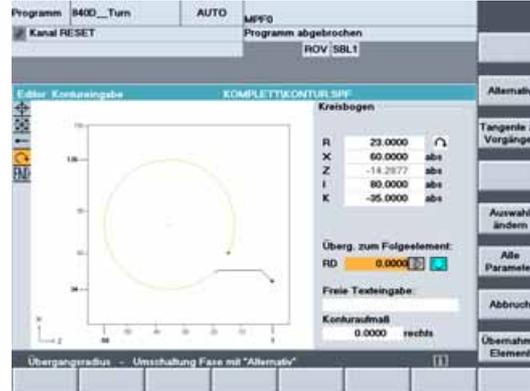
Weiterhin ist zu entscheiden, ob der Übergang zwischen der Waagerechten und dem Bogen ungefähr bei Z-20 oder erst bei Z-50 erfolgen soll (siehe Grafik).

Wählen Sie die Alternative, bei der die schwarze Linie der Zeichnung entspricht.



Übernehmen Sie den Dialog.

Wenn ...

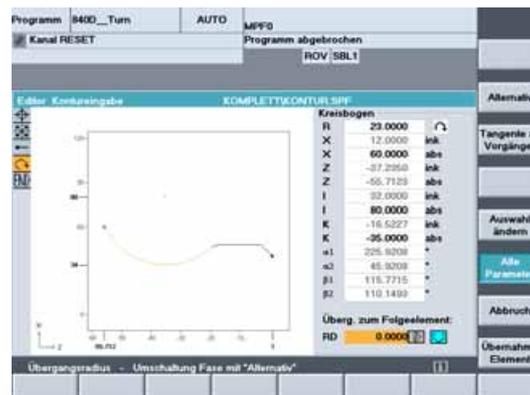


Wenn Sie sich bei der Dialogauswahl vertan haben ...

Auswahl ändern

... können Sie diese per Softkey erneut aufrufen und ändern.

Alle Parameter



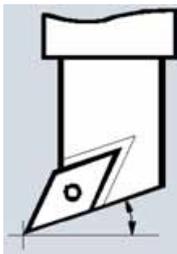
Schalten Sie die Darstellung der Eingabeparameter um auf [Alle Parameter].

In dieser Darstellung werden alle Koordinaten des Bogens sowohl absolut als auch inkremental angezeigt (die eingegebenen Werte schwarz, die errechneten grau).

Neben den Koordinaten werden auch die Winkel des Bogens errechnet und angezeigt:

- α_1 Startwinkel bezogen auf die positive Z-Achse
- α_2 Startwinkel bezogen auf das Vorgängerelement (hier die Waagerechte)
- β_1 Endwinkel bezogen auf die positive Z-Achse
- β_2 Öffnungswinkel des Bogens

Wichtig für die spätere Fertigung ist hier der Startwinkel des Bogens, der (ohne Berücksichtigung der Verrundung) um etwas weniger als 46° gegenüber der X-Achse abfällt.



Der exakte Winkel mit Berücksichtigung des R4 ließe sich bestimmen, wenn der R4 nicht als Verrundung, sondern als "eigenständiges" Konturelement mit tangentialen Anschlüssen (Softkey [Tangente an Vorgänger]) an die Waagerechte und den Bogen R23 eingegeben würde. Dies führt zu einem Startwinkel des Bogens R23 von gut 42° .

Im Hauptprogramm wird bei der Wahl des Werkzeuges darauf zu achten sein, dass der **Freiwinkel des Werkzeuges zur Z-Achse** größer ist als dieser Startwinkel des Bogens (siehe hierzu auch Kapitel 2.2 "Einrichten", Seite 39)!

4.2 Programmierung Drehen - Werkstück "Komplett"

4 

Überg. zum Folgeelement:

RD 4.0000  

Vergessen Sie nicht einzugeben, dass auch der Bogen wieder mit einer Verrundung von 4 mm in die anschließende waagerechte Strecke übergeht!

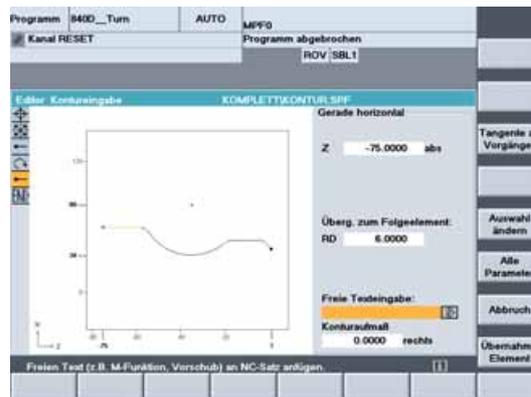
Übernahme Element

Übernehmen Sie das Element.



Es geht waagrecht weiter:

-75 



Der theoretische Endpunkt der Strecke liegt bei ...

Z -75.000 abs

6 

Er wird mit

RD 6.000

verrundet.

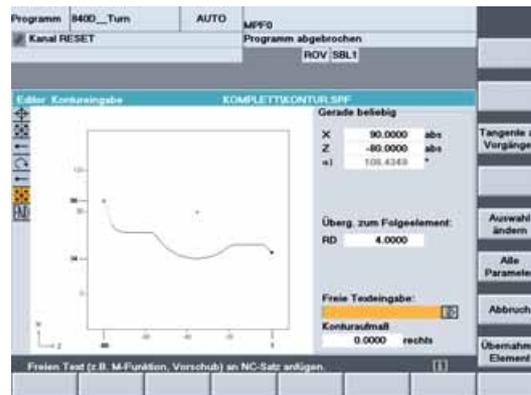
Übernahme Element

Übernehmen Sie das Element.



Er folgt eine Schräge:

90 



Diese endet "theoretisch" bei

X 90.000 abs

Z -80.000 abs

und wird mit ...

RD 4.000

verrundet.

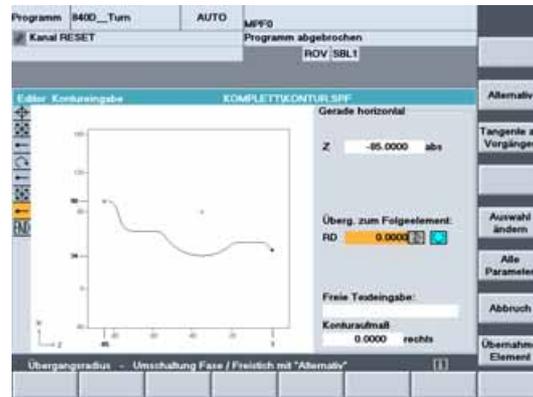
4 

Übernahme Element

Übernehmen Sie das Element.



Den Abschluss bildet eine waagerechte Strecke:

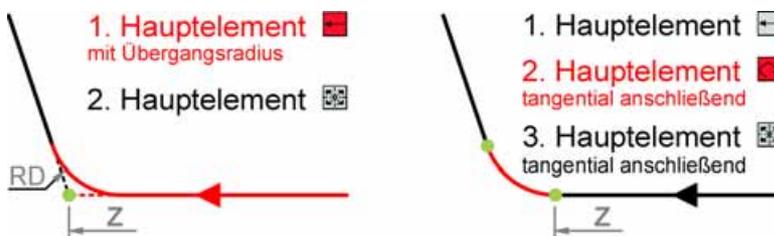


Für die Bearbeitung ist nicht das Maß der Rohteillänge interessant, sondern der Z-Wert, bis zu dem bearbeitet wird. Mit ...

Z -85.000 abs

... liegen Sie unter Berücksichtigung der Verrundung auf der sicheren Seite.

Übernehmen Sie das Element.



Erläuterungen zum Thema "Übergangsradius oder tangentialer Übergang"

Abgesehen von der Fase zu Beginn gibt es in diesem Konturzug überall "weiche" (also tangentiale) Übergänge, die sich durch einen Übergangsradius zum Folgeelement ergeben. Am theoretischen Übergangspunkt zwischen den Hauptelementen ist der Anschluss jedoch nicht tangential (linke Grafik).

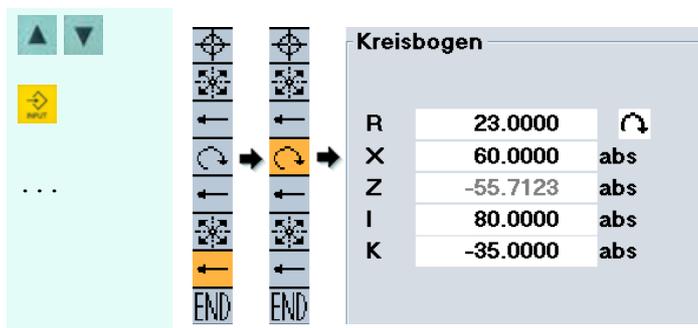
Übergangspunkt zwischen Hauptelementen

Merkhilfe:

Entweder Element 1 mit 'RD'
oder Element 2 mit [Tangente an Vorgänger]

Verwenden Sie den Softkey **Tangente an Vorgänger** für einen Übergangsbogen nur, wenn Sie ihn aufgrund seiner Bemaßung nicht als Verrundung eingeben können (rechte Grafik).

Wenn ...

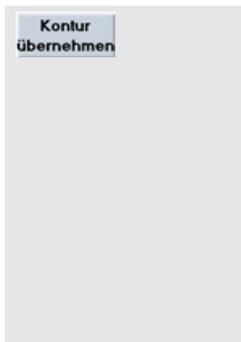


Wenn Sie ein Element der Kontur nachträglich ändern wollen ...

... können Sie mit den <Pfeiltasten> innerhalb der Symbolkette navigieren

... und den Eingabedialog für das betreffende Element mit <Input> öffnen.

4.2 Programmierung Drehen - Werkstück "Komplett"

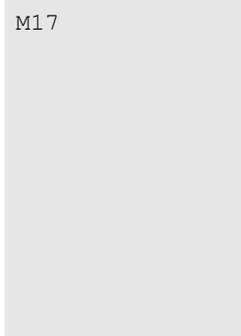


```
Editor KOMPLETTKONTUR.SPF 24
#
G18 G90 DIRHCH ;+GP+#
O0 Z1 X48 ;+GP+#
O1 Z-3 X48 ;+GP+#
Z-18.4773 RND=4 ;+GP+#
G2 Z-55.7123 X50 K=OC(-35) I=OC(80) RND=4 ;+GP+#
O1 Z-75 RND=6 ;+GP+#
Z-80 X90 RND=4 ;+GP+#
Z-85 ;+GP+#
#
#eof#
```

Übernehmen Sie den kompletten Konturzug in den Editor.



Springen Sie mit dem Cursor ans Zeilenende ...
... und mit <Input> in eine neue Zeile.



```
Editor KOMPLETTKONTUR.SPF 24
#
G18 G90 DIRHCH ;+GP+#
O0 Z1 X48 ;+GP+#
O1 Z-3 X48 ;+GP+#
Z-18.4773 RND=4 ;+GP+#
G2 Z-55.7123 X50 K=OC(-35) I=OC(80) RND=4 ;+GP+#
O1 Z-75 RND=6 ;+GP+#
Z-80 X90 RND=4 ;+GP+#
Z-85 ;+GP+#
M17#
#eof#
```

Ergänzen Sie den Befehl M17, der das Ende des Unterprogrammes markiert.

Wenn ...



Wenn Sie den Konturzug nachträglich ändern wollen ...

... setzen Sie den Cursor in eine beliebige Programmzeile des Konturzugs und drücken Sie den Softkey [Rückübersetzen].

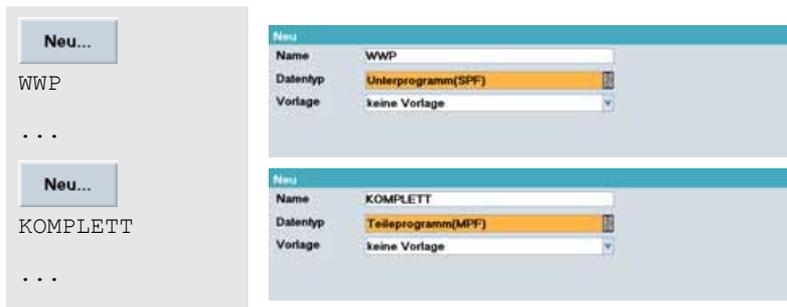
Ändern Sie keine Werte im Texteditor, weil dies u. U. ein späteres Rückübersetzen unmöglich macht!



Speichern Sie das Unterprogramm, indem Sie den Editor schließen.

(Je nach Konfiguration Ihrer Maschine gibt es für das Speichern auch einen separaten Softkey [Datei speichern] auf der vertikalen Softkeyleiste.)

4.2.2 Abspannen und Schichten der Kontur mit Hinterschnitt



Legen Sie nun selbständig im gleichen Verzeichnis das Unterprogramm "WWP.SPF" für das Anfahren des Werkzeugwechsellpunktes und das Teilprogramm "KOMPLETT.MPF" an.

```

Editor          KOMPLETT\WWP.SPF
G0 G18 G40 G500 G90 X400 Z600 G97 S300 T0 D0 M4 M9
M17
=eof
    
```

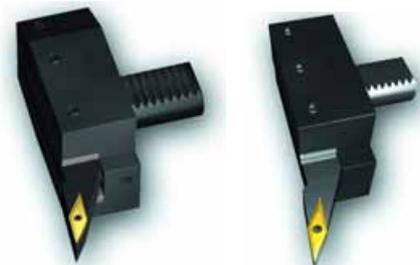
Der Inhalt des Unterprogramms ist identisch zum entsprechenden Programm für die "Welle".

```

Editor          KOMPLETT\KOMPLETT.MPF
WHP ; Werkzeugtraeger auf Wechsellpunkt
T="RT2" D1 ; Schruppmeissel 35° R0.8 (fuer Hinterschnitt)
G96 S230 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X94 Z0
G1 X-1.6 F0.2
G0 Z2
CYCLE95("KONTUR",2,0.2,0.5,0.3,0.25,0.15,,1,0,0,1)
WHP
T="FT2" D1 ; Schlichtmeissel 35° R0.4 (fuer Hinterschnitt)
G96 S260 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X40 Z5
G0 G42 Z1
F0.16
CONTOUR
G0 G40 X110
WHP
    
```

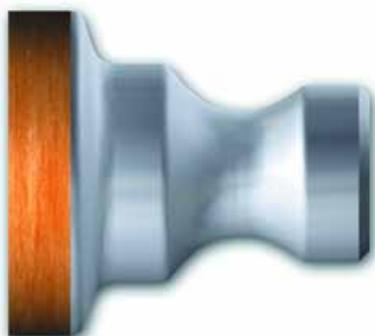
Die ersten Zeilen des Teilprogramms unterscheiden sich geringfügig vom Beginn des Programmes für die "Welle" in Kapitel 4.1:

Da die Kontur des Werkstücks einen Hinterschnitt enthält, wird mit 35°-Platten (und entsprechend großem Freiwinkel) gearbeitet.



"RT2" R0.8

"FT2" R0.4



Abspannen/CYCLE95		
NPP		KONTUR
Bearbeitung		Schruppen
Auswahl		längs
Auswahl		außen
Auswahl		mit Nachziehen
Zustelltiefe	MID	2.000
Schlichtaufm.	FALZ	0.200
Schlichtaufm.	FALX	0.500
Schlichtaufm.	FAL	0.300
V. Schruppen	FF1	0.250
V. Eintauchen	FF2	0.150
Verweilzeit	DT	0.000
Weglänge	DAM	0.000
Abhebeweg	VRT	1.000

Abweichend vom ersten Beispiel wird hier gleich mit dem Schruppmeißel auf Maß geplant (Z0).

Vorschub und Schnitt-Tiefe werden angepasst.

Eingabefelder für den Zyklus CYCLE95 (siehe markierte Zeile im Editor), aufgerufen über die Softkeys [Drehen] und [Abspannen]

4.2 Programmierung Drehen - Werkstück "Komplett"

4.2.3 Zentrisch Bohren

```
; Zentrisch Bohren  
T="SD16" D1 ; Vollbohrer D16mm  
G97 S1200 M3 M8
```

Nach dem Drehen soll mit einem langen 16er-Vollbohrer die Durchgangsbohrung gefertigt werden.



Beim Bohren wird mit konstanter Drehzahl (G97) gearbeitet. Die Spindel dreht - anders als bei der Drehbearbeitung - im Uhrzeigersinn (M3)

```
G17 G54 G90 G95
```

Ebenenwahl G17* für die Bearbeitung auf der Stirnfläche, Aktivierung der Nullpunktverschiebung G54, Absolutmaßprogrammierung G90, Vorschub in mm/U G95

* Beim zentrischen Bohren kann die Bearbeitung prinzipiell auch in der G18-Ebene programmiert werden. Beachten Sie aber, dass sich dann die Längenkorrektur ändert: G17: Länge1 in Z (wie beim Fräsen) G18: Länge3 in Z !!!

```
G0 X0 Z2
```

Im Eilgang wird an das Werkstück herangefahren. Stellen Sie später bei der Abarbeitung des Programms sicher, dass es dabei nicht zu einer Kollision mit dem Reitstock kommen kann!

```
G1 Z-105 F0.1
```

Im Vorschub wird durch das 100 mm lange Werkstück gebohrt (mit 5 mm Zugabe).

```
G0 Z2
```

Im Eilgang wird der Bohrer aus dem Werkstück herausgefahren.

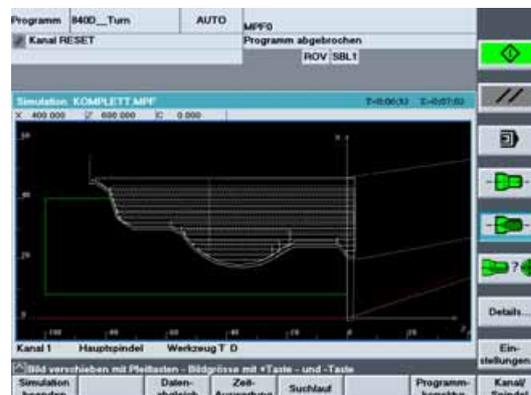
```
WWP
```

Abschließend wird wieder das Unterprogramm WWP aufgerufen.

Simulation

Aufruf der Simulation zur Kontrolle der Programmierung ...

... und selbständige Anpassung der 'Einstellungen' (Rohteil $\varnothing 90$, Länge 101)



Mit den <Pfeiltasten> und <+>/<-> können Sie den Ausschnitt "heranzoomen", der Sie besonders interessiert.

Simulation der Dreh- und Bohrbearbeitung

4.2.4 Stirnflächenbearbeitung mit TRANSMIT

Immer mehr Drehmaschinen verfügen über die Möglichkeit, mit angetriebenen Werkzeugen auch Fräs- und Bohrbearbeitungen auf der Stirnfläche und der Mantelfläche auszuführen.

Ihre SINUMERIK-Steuerung an einer solchen Maschine unterstützt selbstverständlich diese Bearbeitungen. Exemplarisch wird hier die Programmierung für ein Bohrbild auf der Stirnfläche vorgestellt.

```
; Bohrkreis auf der Stirnfläche
```

Kommentarzeile zur besseren Lesbarkeit des Programms

```
G54 G60 G90 G94      Grundlegende G-Funktionen
G18                  Ebenenanwahl
SPOS=0              Spindelpositionierung (C-Achse) auf 0°
```

```
T="TD5" D1      ; Spiralbohrer D5mm
```

Werkzeugaufruf

```
SETMS(2)          Spindel 2 (die Spindel, die das Werkzeug antreibt),
                  wird zur sogenannten "Masterspindel").
S2=1000 M2=3      Drehzahl und Drehrichtung der zweiten Spindel werden
                  mit Gleichheitszeichen eingegeben (vgl. S1000 M3 für
                  die Hauptspindel der Maschine).
```



```
TRANSMIT
```

Mit dieser Funktion (**Transform Milling Into Turning**) erfolgt die Transformation der Achsen für die Fräs- und Bohrbearbeitung auf der Stirnfläche.

Die nachfolgenden Verfahrbewegungen können im vom Fräsen gewohnten kartesischen Koordinatensystem (X, Y) erfolgen. Die Steuerung rechnet diese Programmsätze für die realen Achsen (X, C) um. Die Z-Achse bleibt unverändert.

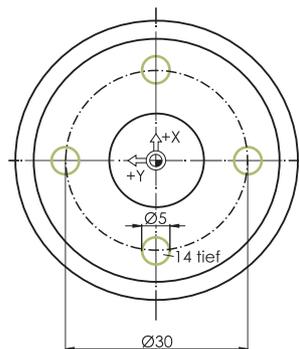
(Für die Mantelflächenbearbeitung heißt die entsprechende Funktion TRACYL).

```
DIAMOF
```

```
G17
```

```
G0 X15 Z2
```

```
F140
```



Die X-Werte beziehen sich ab hier auf den Radius.

Die XY-Ebene wird als Bearbeitungsebene angewählt. Beachten Sie, dass gegenüber dem Fräsen die Achsen X und Y um 90° verdreht sind!

Anfahren in die Nähe des Startpunktes für die erste Bohrung. Beachten Sie ggf. die Position des Reitstocks.

Vorschubgeschwindigkeit in mm/min (siehe G94)

Zur Übung wird hier einmal der Tiefloch-Bohrzyklus CYCLE83 verwendet.

Bohren

Tiefloch-
bohren

4.2 Programmierung Drehen - Werkstück "Komplett"

...

modaler Aufruf

Ok

Bohrbild Position

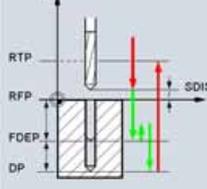
Lochkreis

...

Ok

^

Tiefbohren/CYCLE#2 Bearbeitung: Spänebrechen oder Entspannen



Rückzugsebene	RTP	2.000
Referenzebene	RFP	0.000
Sicherheitsa.	SDIS	1.000
Endbohrtiefe	DP	-15.700 ABS
Bohrtiefe_1	FDEP	-5.000 ABS
Degr.-Wert	DAM	1.000
Verweilzeit	DTB	0.000 s
V.-Faktor	FRF	1.000
Bearbeitung	Spänebrechen	
Achse	3. Geo.-Achse	
min. Tiefe	MDEP	3.000
Rückzug	VRT	0.500
Verweilzeit	DTD	0.500 s

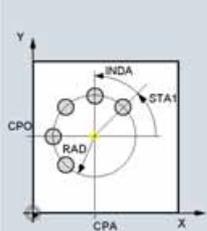
Füllen Sie die Eingabefelder aus.

Der Zyklus soll an vier Positionen aufgerufen werden, also modal wirksam sein (vgl. Werkstück "Längsführung im Fräsen").

Zur Berücksichtigung der Bohrer Spitze wird auf die Endbohrtiefe ca. 1/3 x Werkzeug- ϕ aufgeschlagen.

Übernehmen Sie den Zyklus ins Programm.

Lochkreis/HOLES2



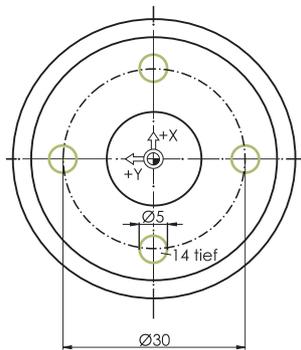
Name Label	VOLLKREIS4	
Mittelpunkt	CPA	0.000
Mittelpunkt	CPO	0.000
Radius	RAD	15.000
Winkel	STA1	0.000
Fortschaltw.	INDA	90.000
Anzahl	NUM	4.000 2

Die Positionen des Bohrbildes lassen sich ebenfalls über einen Zyklus erzeugen ...

Füllen Sie die Eingabefelder aus.

(Das Hilfebild ist statisch; die Achsen sind in der Realität um 90° gedreht.)

Übernehmen Sie den Bohrbild-Zyklus ins Programm.



Anstelle des Zyklus hätte man die 4 Bohrpositionen auch über einfache G0-Sätze programmieren können (vgl. das Fräsbeispiel "Längsführung"). Hier die Gegenüberstellung beider Methoden, wie sie sich im Editor darstellen:

```
; Zyklus Lochkreis¶
VOLLKREIS4:¶
HOLES2(0,0,15,0,90,4)¶
ENDLABEL:¶
```

```
; Positionen 'von Hand' programmiert¶
G0 X15 Y0¶
G0 X0 Y15¶
G0 X-15 Y0¶
G0 X0 Y-15¶
```

MCALL

Der 'MCALL'-Befehl hebt die modale Wirksamkeit des Bohrzyklus wieder auf.

TRAF00F

DIAMON

SETMS (1)

Die Transformationsfunktion TRANSMIT wird wieder abgeschaltet.

Nachfolgende X-Werte sind wieder durchmesserbezogen.

Die Hauptspindel wird wieder zur "Masterspindel".

WWP

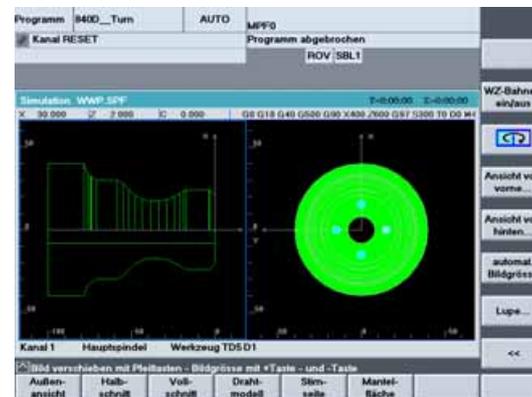
M30

Anfahren der Werkzeugwechselposition

Programm-Ende

Simulation

...



Simulation in der 2-Seiten-Ansicht, die Sie über den Softkey  aufrufen können.

Im Bild wurde zudem mit  die Darstellung der Werkzeugbahnen ausgeschaltet.

Mit  können Sie den Fokus zwischen den beiden Simulationsfenstern wechseln und so die Bilder einzeln zoomen etc.

<<

Verlassen der Simulationsgrafik

^

Editor
schließen

Editor schließen zum Speichern des Programms

Auf der nachfolgenden Seite finden Sie noch einmal das gesamte Teileprogramm im Überblick.



4.2 Programmierung Drehen - Werkstück "Komplett"

```
Editor          KOMPLETT\KOMPLETT.MPF
WWP   ; Werkzeugtraeger auf Wechselpunkt
;
T="RT2" D1   ; Schruppmeissel 35° R0.8 (fuer Hinterschnitt)
G96 S230 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X94 Z0
G1 X-1.6 F0.2
G0 Z2
CYCLE95("KONTUR",2,0.2,0.5,0.3,0.25,0.15,,1,0,0,1)
WWP
;
T="FT2" D1   ; Schlichtmeissel 35° R0.4 (fuer Hinterschnitt)
G96 S260 LIMS=3000 M4 M8
G18 G54 G90
G0 X40 Z5
G0 G42 Z1
F0.16
KONTUR
G0 G40 X110
WWP
;
; Zentrisch Bohren
T="SD16" D1  ; Vollbohrer D16mm
G97 S1200 M3 M8
G17 G54 G90 G95
G0 X0 Z2
G1 Z-105 F0.1
G0 Z2
WWP
;
; Bohrkreis auf der Stirnflaeche
G54 G60 G90 G94
G18
SPOS=0
T="TDS" D1   ; Spiralbohrer D5mm
SETMS(2)
S2=1000 M2=3
TRANSMIT
DIAMOF
G17
G0 X15 Z2
F140
MCALL CYCLE83(2,0,1,-15.7,,-5,,2,0,,1,0,3,3,0.5,0,)
VOLLKREIS4:
HOLES2(0,0,15,0,90,4)
ENDLABEL:
MCALL
TRAF00F
DIAMON
SETMS(1)
WWP
M30
```


Sachwortverzeichnis

A			
ABS.....	61	Flachbedientafel.....	23
Absolute Maßangaben.....	8, 11	Fokus	27
Absolutmaß.....	58	Folgesatz.....	71
Abspanzyklus CYCLE95.....	101	Fräserradiuskorrektur.....	77
Anfahrverhalten G450.....	75	Fräserradiuskorrektur aufheben.....	78
Ankratzen.....	40	Freistichzyklus CYCLE94.....	106
Arbeitsebenen.....	5	Freiwinkel	39, 115
Archivdatei.....	46	G	
Archiv-Verzeichnis	43	Genauhalt.....	59
Ausschalten	22	Gewindebohren.....	64
B		Gewinde-Kernloch.....	63
Bahnvorschub.....	75	Gewindeschneidzyklus CYCLE97.....	107
Bearbeitungsreihenfolge ändern.....	110	G-Funktionen	56, 99
Bedienbereich.....	27	H	
Bedienbereich 'Diagnose'.....	21	Hilfebilder	6
Bedienbereich 'Dienste'.....	21	Hinterschnitt	119
Bedienbereich 'Inbetriebnahme'.....	21	Hinweise.....	27
Bedienbereich 'Maschine'.....	20	I	
Bedienbereich 'Parameter'.....	20	INK.....	61
Bedienbereich 'Programm'.....	20	Inkrementale Maßangaben	8, 11
Bedienbereiche.....	20	Inkrementalmaß	58
Bedientafelfront.....	18	K	
Bereichsumschalten	20	Kanalzustand	27, 91
Bildschirmaufteilung.....	27	Kartesisch	9, 12
Bohrzyklus CYCLE82.....	61	Kommentare.....	96
C		Kommentarzeile	55
CNC-Volltastatur.....	23	Konturrechner	111
D		Konturzug ändern.....	118
DIN-Tastatur	24	Kopieren.....	83
Diskette.....	43	Korrekturwerte.....	31, 37
DPWP.INI	72	Kreisbogen	77
Drehrichtung	97	Kreistaschenzyklus POCKET4.....	82
Drehzahl	97	Kühlmittel	57, 58, 97
Durchgangslöcher.....	65	L	
Durchmesserbezug DIAMON	94	Lochkreiszyklus.....	69, 122
E		M	
Eilgang.....	57, 100	Magazin beladen.....	32
Einschalten	19	Magazin-Liste.....	29
Einstechzyklus CYCLE93.....	109	Maschinenbedientafel	18
Einzelatz	71	Maschinen-Nullpunkt.....	7
Endwinkel	115	Maschinensteuertafel.....	23
F		Modale Wirksamkeit.....	62, 67
Fase CHR/CHF.....	96, 109		

Behandelte Befehle und Adressen

A

AP= 78

C

CFTCP 75

CHF= 96

CHR= 96

CR= 77

D

D 38, 98

DIAMON 6, 94

DIAMOF 6, 94

DIAM90 94

F

F 15, 17, 58, 100

G

G0 57, 100

G1 58, 100

G2 10, 13, 77

G3 13

G17 5, 6, 56, 99, 120, 121

G18 6, 56, 99, 120

G19 6, 56, 99

G40 78, 102, 119

G41 76

G42 102, 119

G53 56, 99

G54 39, 40, 56, 99

G55 56, 99

G56 56, 99

G60 56, 99

G64 56, 99

G90 8, 11, 56, 99

G91 8, 11, 56, 99

G94 56, 99

G95 56, 99, 120

G96 16, 99

G97 16, 120

G111 78

G450 75, 76

G451 75, 76

I

I 10, 13, 77, 114

J

J 10, 77

K

K 13, 114

L

LIMS= 16, 99

M

M2= 121

M3 57, 107, 120

M4 99

M5 58

M6 56

M8 57, 99

M9 58, 97

M17 68, 69, 96, 97, 118

M30 59, 86

MCALL 62, 123

R

RND= 96, 118

RP= 78

S

S 14, 16, 57, 97, 99, 120

S2= 121

SETMS() 121, 123

T

T 56, 98

T=" " 56, 98

TRANSMIT 121

TRACYL 121

TRAFOOF 123

X

X 5, 57, 94, 121

Y

Y 5, 57, 121

Z

Z 5, 57, 94

Behandelte Zyklen

Bohrzyklen

CYCLE82 61

CYCLE83 121

Fräszyklen

POCKET3 80, 81

POCKET4 82

Drehzyklen

CYCLE93 109

CYCLE94 106

CYCLE95 101

CYCLE96 106

CYCLE97 107

Positionszyklen

HOLES2 69, 122

Eine Beschreibung aller Befehle und Zyklen der Steuerung finden Sie in der Anwender-Dokumentation 'Programmieranleitung - Grundlagen'

Bildnachweis

Wir danken den Firmen

DMG

Europa-Verlag

Iscar

Reckermann

Sandvik

Seco

für die Zurverfügungstellung von Bildmaterial auf den Seiten 14, 15, 16, 17, 38 und 39.

Weitere Informationen

Vertiefende Infos über JobShop finden Sie unter:

www.siemens.com/jobshop

Vertiefende technische Dokumentation auf unserem Service&Support Portal:

www.siemens.com/automation/support

Für ein persönliches Gespräch finden Sie Ansprechpartner in Ihrer Nähe unter:

www.siemens.com/automation/partner

Mit der Mall können Sie direkt elektronisch im Internet bestellen:

www.siemens.com/automation/mall

Siemens AG
Industry Sector
Drive Technologies
Motion Control
Postfach 3180
91050 Erlangen
DEUTSCHLAND
www.siemens.com/sinutrain

Änderungen vorbehalten
6FC5095-0AB00-0AP1

© Siemens AG 2008