

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	
2. Programm Architektur	
3. Erforderliche Systemkonfiguration	
4. Der Programmstart	
4.1. Dateien des DIN66025-Programmes.....	
5. Menüpunkte	
5.1. Menüpunkte - Übersicht.....	
5.2. Menüpunkte - Kurzerklärung.....	
6. Menüpunkt DIN66025	
7. Menüpunkt File	
7.1. Datei editieren.....	
7.2. Programm LADEN.....	
7.3. LIST.....	
7.4. Referenzfahrt & RESET.....	
7.5. FILE - Quit.....	
8. Nullpunkte	
8.1. Werkzeug-Wechsellpunkt.....	
8.2. Nullpunkt #1 - #4.....	
8.3. DATEN - Lesen.....	
8.4. DATEN - Speichern.....	
8.5. Wechsellpunkt anfahren.....	
8.6. Nullpunkt #1 - #4 anfahren.....	
8.7. Nullpunkt #1 - #4 aktiv.....	
8.8. Maschinenpunkt anfahren.....	
9. Werkzeug	
9.1. Edit Werkzeugspeicher.....	
9.2. Daten lesen.....	
9.3. Daten schreiben.....	
9.4. Daten lesen WIE.....	
9.5. Daten schreiben ALS.....	
9.6. Speicher löschen.....	

10. Parameter	
10.1. Parameter I/J/K.....	
10.2. Kanten abrollen, schneiden, ausfahren.....	
11. Grundlagen der Programmierung	
11.1. Programmbestandteile.....	
11.2. Programmwort.....	
11.3. Satzaufbau.....	
11.4. Programmtechnische Informationen.....	
11.4.1. /N Satz ausblenden.....	
11.4.2. (...) Kommentar hinzufügen.....	
11.5. Adreßzeichen und Sonderzeichen.....	
12. Wegbedingung G	
13. Interpolationsarten	
13.1. G00 Eilganginterpolation.....	
13.2. G01 Geradeninterpolation.....	
13.3. G02, G03 Kreisinterpolation.....	
14. Bearbeitungsebenen G17, G18, G19	
15. Bemaßungsarten	
15.1. Anweisung G90.....	
15.2. Anweisung G91.....	
16. Kreisprogrammierung	
16.1. Bestimmung des Kreismittelpunktes.....	
16.2. Möglichkeit 1 und 2.....	
16.3. Möglichkeit 3.....	
16.4. 3D-Implementierung.....	
16.5. Gewindefräsen.....	
16.6. Eckenrunden.....	
17. Nullpunktprogrammierung	
17.1. Festlegung des Werkstücknullpunktes.....	
17.2. Nullpunktverschiebungen.....	
17.3. Additive Nullpunktverschiebung.....	
18. Werkzeugbestimmung und Verwaltung	
18.1. Hinterlegen der Korrekturwerte.....	
18.2. Werkzeugwechsel.....	

19. Werkzeugradiuskorrektur	
19.1. Allgemein:.....	
19.2. Festlegung:.....	
19.3. Möglichkeiten der Werkzeugradius-Bahnkorrektur.....	
19.4. Sonderfälle der Werkzeugbahnkorrektur.....	
19.5. Fehlerbehandlung bei Werkzeugbahnkorrektur.....	
19.6. Negativer & Positiver Fräserversatz.....	
20. Bearbeitungszyklen	
20.1. Bohren G81 und Bohren mit Verweilzeit G82.....	
20.2. Tiefbohren G83.....	
20.3. Reiben G85.....	
20.4. Ausdrehen G86.....	
20.5. Rechtecktasche G87.....	
20.6. Nutenfräsen G88.....	
20.7. Kreistasche G89.....	
20.8. Lochkreisbohren G75.....	
20.9. 2D-SPLINE-Interpolation G77.....	
21. Fortgeschrittene Programmier Techniken	
21.1. Unterprogrammtechnik.....	
21.2. Unterprogrammaufbau.....	
22. Parameter-Programmierung	
22.1. Registeroperationen.....	
22.2. Wertzuweisung und Verknüpfung.....	
22.3. Bedingte und unbedingte Sprunganweisung.....	
22.4. Rechnerische Verknüpfung.....	
23. Zusatzfunktionen	
23.1. Zusatzfunktionen und ihre Bedeutung.....	
23.2. Spiegeln von Konturen durch Programmanweisungen.....	
24. Sonderfunktionen	
24.1. Programmierung der Anfahr- und Bremsparameter.....	
24.2. System CRASH & RECOVER.....	
25. Übungen und Hinweise	
25.1. Anbindung an CAD-Systeme.....	
25.2. Übung: Frontplatten-Ausbrüche.....	

26. Hinweise: Bedienung.....

 26.1. Manuelle Steuerung und Nullpunktfestlegung.....

 26.2. Manuelle Steuerung.....

27. Grafische Simulation.....

 27.1. Ansichtsebenen.....

 27.2. Werkstücknullpunkt & Simulation.....

 27.3. Anzeige der Z-Achse.....

 27.4. ZOOM-Funktion.....

 27.5. Menüpunkt : System RESET.....

 27.6. Menüpunkt: GO TO.....

 27.7. Menüpunkt: Einzelschritt AN/AUS.....

1 Einleitung

Mit dem Kauf unseres DIN66025-Programmes haben Sie ein sehr leistungsfähiges Fräs- und Bohrprogramm erworben. Sie haben mit diesem Programm die Möglichkeit, auf einer entsprechenden Fräsmaschine auch sehr komplizierte Werkstücke zu bearbeiten.

Auf den beiden mitgelieferten Disketten befinden sich alle Programme und Beispiel-Dateien zum problemlosen Einstieg in die Architektur des DIN66025-Fräsprogrammes.

Die Installation des DIN66025-Programmes ist weitgehend automatisiert und erfordert lediglich optional von Ihnen 2 Eingaben:

- Legen Sie die Diskette Nr.1 von DIN66025plus in das Diskettenlaufwerk Ihres Rechners.
- Wechseln Sie auf das Diskettenlaufwerk durch Eingabe von "A:" oder "B:".
- Geben Sie zur Installation der Software ein: "INSTALL"
- Folgen Sie nun den Anweisungen des Installations-Programms. Wenn Sie die vorgegebenen Angaben übernehmen wollen, so drücken Sie die <Return> Taste.
- Alle benötigten Dateien und Beispielprogramme werden nun auf Ihre Festplatte kopiert.

Nach Beendigung des Installationsvorgangs werden Sie aufgefordert das CNCSETUP-Programm zu starten um die nötige Anpassung der Software an Ihre örtlichen Bedingungen vorzunehmen. Hierzu folgen Sie bitte den Anweisungen im Handbuch des CNCSETUP-Programmes.

Dieses Handbuch soll Sie in die Lage versetzen, die vielfältigen Funktionen für Ihre Arbeit nutzen zu können. Schon bei der Konzeption des Programmes wurde auf eine einfache und komfortable Bedienung Wert gelegt, wodurch die Einarbeitungszeit wesentlich verkürzt wird.

Zusätzlich noch zwei Hinweise. Bitte senden Sie umgehend die beigefügten Unterlagen für Ihre Registrierung an uns. Das DIN66025-Programm ist ein Produkt, das ständig weiterentwickelt wird. Erweiterte Versionen unserer Softwareprodukte können Sie als registrierter Kunde und Benutzer über unseren Update-Service erhalten. Weitere Informationen zum Thema Update-Service entnehmen Sie bitte dem Kapitel Service-Leistungen. Auch für Kritik und Verbesserungsvorschläge sind wir immer dankbar, damit wir dieses Programm noch optimaler an die praktischen Bedürfnisse der alltäglichen Arbeit anpassen können. Es gibt noch einen weiteren Grund, warum Sie Ihre Unterlagen zur Registrierung umgehend an uns einsenden sollten. Das CNC-DIN66025-Programm ist nicht kopiergeschützt, weil wir Ihnen als Anwender die daraus resultierenden Probleme nicht zumuten wollen. Jedes CNC-DIN66025 enthält aber eine einzigartige und unzerstörbare Seriennummer, die bei uns registriert ist. Zusätzlich erhalten Sie bei Vertragsabschluß und bei eingesandten Unterlagen eine Diskette mit Ihrer **persönlichen** Softwarelizenz. Dieses Konzept sichert Ihr Investment vor Zugriffen durch Dritte und gibt uns eine sehr effiziente Möglichkeit, Sie als registrierten Kunden optimal zu unterstützen.

Sie brauchen nun nicht dieses ganze Handbuch durchzulesen, bevor Sie anfangen das CNC-DIN66025-Programm zu benutzen. Wir möchten Ihnen sogar empfehlen, parallel zum Studium dieses Handbuches praktisch Versuche mit dem Programm vorzunehmen.

Mit diesem Handbuch wollen wir Sie Schritt für Schritt mit der Programmierung von CNC Maschinen vertraut machen, ohne daß Vorkenntnisse oder eine besondere Schulbildung vorausgesetzt werden. Es muß dabei keine Programmiersprache erlernt werden, sondern lediglich der Umgang mit dem Programmcode.

2 Programm Architektur

Steuerung

Da der Steuerteil im 32-Bit Mode arbeitet, gibt es keinerlei Einschränkungen hinsichtlich der abzufahrenden Achsenlängen.

Dazu ein Berechnungsbeispiel:

Bei einer Auflösung von 1 Schritt = 1/200 mm Weg, würde sich ein **theoretisch** möglicher Weg wie folgt ergeben:

$$2^{30} = 1073741824 * 0.005 = 5368709 \text{ mm} = \pm 5.368 \text{ km}$$

Abschließend sollten Sie noch wissen, daß die Eingangsparameter für den Steuerteil des DIN 66025-Programmes aus der Datei **DINPARAM.DAT** entnommen werden. Diese benötigten Parameter werden mit dem Programm **DINSETUP** ermittelt und eingestellt.

3 Erforderliche Systemkonfiguration

Das DIN66025plus-Programm für DOS läuft überwiegend im 32-BIT Mode und ist zum Einsatz auf folgenden Systemen ausgelegt:

- Alle PC-Modelle von IBM oder IBM-kompatiblen Computern.
- Mindestens eine 386er CPU ab 25MHz mit Co-Prozessor. Wir empfehlen eine CPU der 486-DX Serie.
- 1 MByte Speicherplatz. 3 MByte Speicherplatz wird empfohlen.
- Mindestens ein Diskettenlaufwerk und eine Festplatte.
- Grafikkarte mit VGA-Standard.
- Eine parallele Schnittstelle.
- DOS 3.2 oder höher.

Hinweis:

- Da bei spanabhebender Arbeit ein Computer in herkömmlicher Bauart ungeeignet ist, empfehlen wir dringend ein System welches für die harten Bedingungen im industriellen Bereich geeignet ist. Mehrere Firmen sind für diesen Bereich spezialisiert und können bei 100%iger Kompatibilität auch viele andere Wünsche abdecken.
- Bedenken Sie bitte immer, daß Metallspäne und Kühlmittelflüssigkeit sehr schnell zum sicheren Tod eines herkömmlichen Computers führen, wenn dieser nicht durch dementsprechende aufwendige Vorkehrungen geschützt ist.
- Wir stehen Ihnen gerne in diesen Punkten beratend zur Verfügung.

Zusätzliche Hardware:

Zur Ansteuerung der Schrittmotoren, sowie der Spindel und Kühlmittelantriebe benötigen Sie unbedingt unsere **SHD-Adapter Box** oder die **SHD 19"** Einschub-Karte, welche Bestandteil des Lieferumfanges ist. Am Ausgang der Adapter Box stehen Ihnen die benötigten Signale als TTL und OPEN-COLLECTOR Pegel zur Verfügung. Die benötigten Anschlußdaten Ihrer Schrittmotor-Endstufen entnehmen Sie bitte den Unterlagen des Herstellers.

4 Der Programmstart

Hinweis: Bevor Sie das DIN66025-Programm starten, sollten Sie eine Kopie der Programmdiskette anfertigen und die Originaldiskette an einem sicheren Ort aufbewahren. Arbeiten Sie aus Datensicherheitsgründen grundsätzlich nur mit Ihrer Sicherheitskopie.

Startbedingungen:

Bitte vergewissern Sie sich, daß die Adapter-Box eingeschaltet ist und beide Relais für Spindel- und Kühlmittelantrieb nicht im geschlossenen Zustand sind. Erkennbar ist dieser Zustand am Leuchten der grünen Anzeige. Beim Einschalten der Adapter-Box tritt dieser Zustand automatisch ein.

Zum Starten des DIN66025-Programmes benötigen Sie die Batch-Datei DIN66025.BAT, welche durch das CNCSETUP Programm generiert wird. Geben Sie den Befehl "DIN66025" ein und drücken die <Return>-Taste um das DIN66025-Programm zu starten.

Nach dem Laden des DIN66025-Programmes werden einige Systemtests durchgeführt, um sicherzustellen, daß Ihr System startklar ist. Zusätzlich wird das System auf folgende Voraussetzungen überprüft:

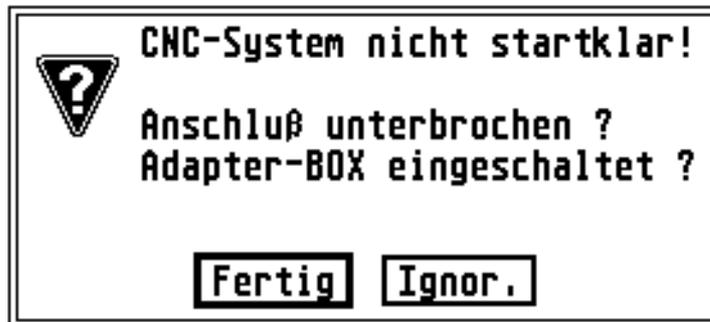
- 1) Die Datei **DINPARAM.DAT** muß auf dem selben Laufwerk wie das DIN66025-Programm installiert sein. Diese wichtige Datei wird mit dem Programm CNCSETUP.EXE erstellt. Wird diese Datei beim Starten des DIN66025-Programmes nicht gefunden, so erfolgt ein Programmabbruch mit folgender Meldung:



Stellen Sie bitte in diesem Fall sicher, daß Sie mit dem Programm CNCSETUP.EXE die Datei **DINPARAM.DAT** Datei bereits erstellt haben. Vergewissern Sie sich, daß sich die Datei auf dem selben Laufwerk wie das DIN66025-Programm befindet und nicht versehentlich in einen Ordner kopiert wurde.

- 2) Das DIN66025-Programm überprüft die Existenz der Datei **PERSOENL.ICH**. Diese Datei ist Ihre persönliche Softwarelizenz und gibt Ihnen die Sicherheit, daß Sie als registrierter Kunde bei uns bekannt sind und unseren Serviceleistungen entsprechend unterstützt werden.

3) Es erfolgt ein Test der Adapter-Box. Führt dieser Test zu einem Fehlverhalten, so wird folgendes Dialogfeld sichtbar:



Dieses interaktive Mitteilungsfeld muß zuerst bedient werden, bevor eine Weiterarbeit möglich ist.

Sollten Sie das DIN66025-Programm nur zum Erstellen neuer Programme benutzen, so klicken Sie mit der linken Maustaste das Feld "**Ignor.**" (= IGNORieren) an.

Achtung! In diesem Betriebsmode ist keine Steuerung Ihrer NC-Maschine möglich. Ein Startversuch wird mit der entsprechenden Fehlermeldung abgebrochen.

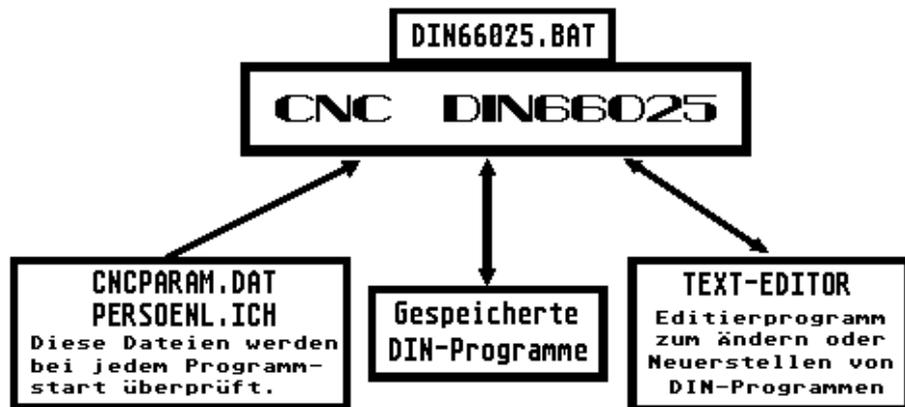
Sollte die Ursache dieser Hinweismeldung in einer abgeschalteten Adapter-Box liegen, so können Sie jederzeit durch Hinzuschalten der Adapter-Box Ihr CNC-System startklar machen.

Hinweis: Die Funktionsfähigkeit der Adapter-Box wird mittels dem Signal Busy der parallelen Schnittstelle überprüft. Dieses Signal ist in der Adapter-Box logisch verknüpft und wird somit auch zur Überwachung des REMOTE-Eingangs benutzt.

Sollte diese Fehlermeldung trotz richtig angeschlossener und eingeschalteter Adapter-Box erscheinen, so stellen Sie bitte sicher, daß alle Eingangsbedingungen des REMOTE-Anschlusses im offenen Zustand sind.

4.1 Dateien des DIN66025-Programmes

Folgendes Bild soll Ihnen einen Überblick verschaffen, welche Dateien das DIN66025-Programm benötigt.



Hinweis: Die Datei **PERSOENL.ICH** wird von uns für Sie bei Vertragsabschluß und Einsendung Ihrer Unterlagen erstellt. Bis zu diesem Zeitpunkt erscheint anstelle der Datei **PERSOENL.ICH** die Datei **NOCHNI.CHT**. Diese Datei darf NICHT vor dem Eintreffen Ihrer persönlichen Softwarelizenz gelöscht werden.

5 Menüpunkte

Nach erfolgreichem Programmstart meldet sich das DIN66025-Programm wie folgt:

DIN-66025 File NULLPUNKTE WERKZEUG PARAMETER >FRÄSEN<

© S H D CNC-Software
 >> DIN66025plus 3D Fräsen <<
 Nach DIN66025 Richtlinien
 Version V 1.1

Sehr geehrter Kunde !
 Dieses Feld ist für Sie reserviert bei Vertrags-
 abschluss und Rücksendung der Unterlagen.

Im oberen Teil des Bildschirmes wird nun die Menüleiste sichtbar. Das DIN66025-Programm ist nun startklar.

5.1 Menüpunkte - Übersicht

DIN-66025	File	NULLPUNKTE	WERKZEUG	PARAMETER >FRÄSEN<
Info	File Datei editieren Programm laden List Referenzfahrt Quit	NULLPUNKTE Werkzeug-Wechselpunkt Nullpunkt #1 Nullpunkt #2 Nullpunkt #3 Nullpunkt #4 > DATEN lesen < DATEN schreiben Wechsellpunkt anfahren Nullpunkt #1 anfahren Nullpunkt #2 anfahren Nullpunkt #3 anfahren Nullpunkt #4 anfahren Nullpunkt #1 aktiv Nullpunkt #2 aktiv Nullpunkt #3 aktiv Nullpunkt #4 aktiv Maschinenpunkt anfahren	WERKZEUG Edit Werkzeugspeicher Daten lesen Daten schreiben Daten lesen WIE Daten schreiben ALS Speicher löschen	* I/J/K - immer relativ I/J/K - G90/91 abhängig * Kanten abrollen Kanten schneiden Kanten ausfahren * XY - Ebene (G17) aktiv XZ - Ebene (G18) aktiv YZ - Ebene (G19) aktiv Grafik: Skalierung ändern * Laufzeitanzeige AN Laufzeitanzeige AUS Einzelschritt AN * Einzelschritt AUS Spindeltrieb EIN/AUS Kühlmittel EIN/AUS >>> RESET <<<

5.2 Menüpunkte - Kurzerklärung

Hinweis: Die Menüsteuerung des DIN66025-Programmes richtet sich nach dem SAA-Standard. Die gesamte Steuerung des Programmes kann wahlweise mit Maus oder Tastatur erfolgen. Die Umschaltung dieser beiden Möglichkeiten erfolgt durch die Funktionstaste "F1".

DIN 66025		Programm-Kurzinformation und Hilfe über implementierte G- und M- Funktionen sowie Arbeitszyklen.
FILE	Datei editieren Programm LADEN LIST Referenzfahrt & RESET	DIN-Quellenprogramm erstellen oder abändern DIN-Quellenprogramm in den Speicher laden. Das geladene DIN-Quellenprogramm am Bildschirm darstellen. Es erfolgt eine Referenzfahrt aller 3 Achsen mit anschließendem RESET. Das DIN66025-Programm ist danach auf die Startbedingungen gesetzt und die Achsen der NC-Maschine befinden sich im Maschinennullpunkt.
NULLPUNKTE		Menüpunkt zum Einstellen des Werkzeug-Wechsellpunktes und der 4 Nullpunkte. Nullpunktdateien können abgespeichert und eingelesen werden. Es wird auch angezeigt, welcher Nullpunkt aktiv ist. Unter diesem Menüpunkt können auch die 4 Nullpunkte, der Werkzeug-Wechsellpunkt, sowie der Maschinen-Nullpunkt angefahren werden.
WERKZEUG		Verwaltung der Werkzeugdaten
PARAMETER		Einstellungen verschiedener Steuerungs- und Grafik- Parameter
FRÄSEN		Aktivierung der DIN66025-Steuerung, wahlweise für manuellen Betrieb über Tastatur, oder CNC-gesteuerten Betrieb. Das Teileprogramm kann auch auf richtige Syntax überprüft werden

Hinweis: Erscheint ein Menü-Unterpunkt in heller Schrift, so ist dieser verriegelt und kann nicht benutzt werden. Ein Stern ("*") vor einem Menü-Unterpunkt bedeutet, daß dessen Bedingung bereits erfüllt ist.

Im weiteren Verlauf dieses Handbuches werden wir Ihnen jeden einzelnen Menüpunkt und dessen Unterpunkte ausführlich anhand von vielen Beispielen erklären.

6 Menüpunkt DIN66025



Nach anklicken des Menüpunkte **INFO** erscheint das oben gezeigte Bild. Auf dem Bildschirm erscheint die Einschaltmeldung und eine Alertbox mit den Einträgen "**ZURÜCK**" und "**HILFE**"

Wenn Sie "**ZURÜCK**" anklicken wird der Bildschirm gelöscht und Sie kehren zum Menü zurück.

Sollten Sie sich für das Feld "**HILFE**" entscheiden erhalten Sie einen Überblick über die implementierten G_ und M_ Funktionen sowie die Bearbeitungszyklen welche im DIN66025plus-Programm implementiert sind.

Auf der ersten Seite erscheint eine Beschreibung von G _ Funktionen und zwei Felder mit den Einträgen "**ZURÜCK**" und "**WEITER**"

Hier sehen Sie die erste Seite der "HILFE"

Überblick & Implementierung: Schlüsselzahlen der Wegbedingungen G & M

G00 = Eilgang	
G01 = Geraden-Interpolation	
G02 = Kreis-Interpolation im Uhrzeigersinn	(I/J/K od. Radius P)
G03 = Kreis-Interpolation im Gegenuhrzeigersinn	(I/J/K od. Radius P)
G04 = Verweilzeit	
G17 = Ebenen-Auswahl XY-Ebene	
G18 = Ebenen-Auswahl XZ-Ebene	
G19 = Ebenen-Auswahl YZ-Ebene	
G20 = Programmsprung mit & ohne Bedingung	
G40 = KEINE Werkzeugradiuskorrektur	
G41 = Werkzeugradiuskorrektur LINKS	
G42 = Werkzeugradiuskorrektur RECHTS	
G43 = Werkzeugradiuskorrektur POSITIV (*)	
G44 = Werkzeugradiuskorrektur NEGATIV (*)	
G53 = Unterdrückung der Nullpunktverschiebungen	
G54 = Anwahl Nullpunktverschiebung #1	
G55 = Anwahl Nullpunktverschiebung #2	
G56 = Anwahl Nullpunktverschiebung #3	
G57 = Anwahl Nullpunktverschiebung #4	
G59 = Programmierbare additive Nullpunktverschiebung	
G60 = Programmierung der Beschleunigungs- und Bremsparameter A/B/C (siehe SETUP-Programm)	
G61 = Zurücksetzen der A/B/C Werte auf Ausgangsbedingung	
G70 = Eingabesystem ZOLL	
G71 = Eingabesystem METRISCH	

1 von 2

WEITER | ZURÜCK

(*) = Anweisung = satzweise wirksam

Wenn Sie jetzt das Feld "WEITER" anklicken, kommen Sie auf die zweite Seite

Überblick & Implementierung: Schlüsselzahlen der Wegbedingungen G & M

G75 = Arbeitszyklus: Lochkreisbohren	
G77 = Arbeitszyklus: 2D SPLINE Interpolation	
G80 = Abwahl Arbeitszyklen	
G81 = Arbeitszyklus Bohren	
G82 = Arbeitszyklus: Bohren mit Verweilzeit	
G83 = Arbeitszyklus: Tiefbohren	
G85 = Arbeitszyklus: Reiben	Rechnerische Verknüpfung mit Aufruf durch '\$'
G86 = Arbeitszyklus: Ausdrehen	
G87 = Arbeitszyklus: Rechtecktasche	
G88 = Arbeitszyklus: Nuten fräsen	Unterprogrammaufruf mit Parameter 'L' und Angabe der Unterprogrammadresse mit Anzahl der Durchläufe
G89 = Arbeitszyklus: Kreistasche	
G90 = Bezugsmaßangabe	
G91 = Kettenmaßangabe	
M00 = Programmierbarer Halt	Parameterprogrammierung mit Registern R00 bis R99
M03 & M04 = Spindeltrieb an	
M05 = Spindel und Kühlmittel STOP	Eckenrunden: Parameter 'U' mit G01
M06 = Werkzeugwechsel	
M08 = Kühlmittel EIN	
M09 = Kühlmittel STOP	
M13 & M14 = Spindel und Kühlmittel START	
M17 = Unterprogrammende	
M30 = Programmende	
M70 = Spiegelanweisung löschen	
M71 = Spiegeln der X-Achse	
M72 = Spiegeln der Y-Achse	
M73 = Spiegeln der Z-Achse	

2 von 2

ZURÜCK

Auf dieser Seite sehen Sie einen Überblick der Bearbeitungszyklen und eine Beschreibung der M_ Funktionen.

Im Programmierungsteil dieses Handbuches werden die G_ und M_ Funktionen sowie die Bearbeitungszyklen noch genauer behandelt.

7 Menüpunkt File

Die meisten Programme - wie auch das DIN66025-Programm - bearbeiten in irgendeiner Form Dateien. Damit Sie die zu bearbeitenden Dateien komfortabel auswählen können, stellt das Betriebssystem die sogenannte **Fileselektorbox** bereit, eine spezielle Dialogbox zum Auffinden von Dateien.

Diese Methode zur Selektierung der gewünschten Dateien ist sehr einfach und komfortabel. Die Betätigung erfolgt wahlweise mit Tastatur oder Maus.

Bei Anwahl der Menü-Unterpunkte **EDIT** und **LADEN** erscheint jeweils eine solche Fileselektorbox für folgende Aktionen:

EDIT:	DIN-Quellenprogramm ändern oder neu erstellen
LADEN:	DIN-Quellenprogramm in den Speicher laden

Dateiauswahl

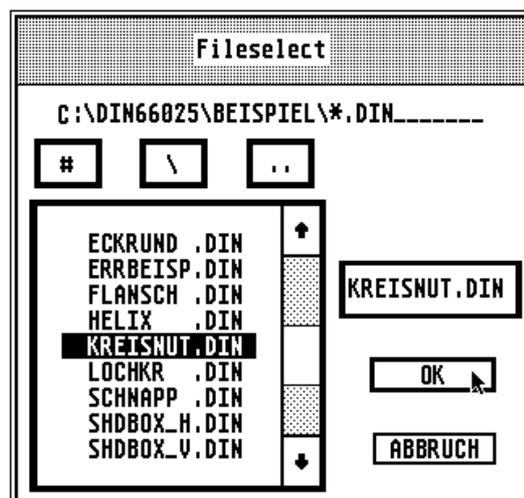
Die Dateiauswahl besteht aus einem obligatorischen Namen (bis zu acht Zeichen) und einem Extender mit bis zu drei Zeichen.

Der Extender für Dateien des DIN66025-Programmes muß auf **".DIN"** lauten.

7.1 Datei editieren

Mit diesem Menüpunkt können Sie Teileprogramme editieren (= ändern) oder neue Teileprogramme erstellen.

Wenn Sie den Menüpunkt **"EDIT"** anklicken erscheint folgende Fileselektorbox:



Wenn Sie eine vorhandene Datei anklicken, so können Sie dieses DIN-Quellenprogramm ändern, Sätze ausblenden oder Programmsätze dazuschreiben.

Im Falle, daß Sie keine bestehende Datei anklicken, sondern einen nicht vorhandenen Namen eingeben, erzeugt das **EDIT**-Programm eine Datei mit dem angegebenen Namen.

7.2 Programm LADEN

Nach anklicken des Menüpunktes "LADEN" erhalten Sie die gleiche Fileselektorbox wie vorhin. In diesem Falle können Sie durch anklicken einer Datei das gewünschte Teileprogramm in den Speicher Ihres Computers laden.

7.3 LIST

Mit diesem Unterpunkt können Sie sich das geladene Teileprogramm auf dem Bildschirm ansehen und somit kontrollieren, ob Sie die richtige Datei geladen haben. Durch drücken einer beliebigen Taste kehren Sie wieder zum Hauptmenü zurück.

7.4 Referenzfahrt & RESET

Bei Aktivierung dieses Unterpunktes erscheint eine ALERT-Box mit einer Gegenfrage zur Bestätigung.

Eine Ausführung erfolgt durch Starten des Programmes REFRENZ.EXE. Dabei wird zuerst die Z-ACHSE zur Maschinen-Referenzposition gefahren, gefolgt von der Y-Achse und der X-Achse. Alle Abläufe mit Statusanzeigen erscheinen während des gesamten Vorgangs auf dem Bildschirm. Im Fehlerfall (Hardware-Probleme) erscheint eine ALERT-Box mit genauer Fehlerbeschreibung. Nach Beendigung der Referenzfahrt werden alle internen Daten gelöscht und das DIN66025-Programm befindet sich somit auf Ausgangsbedingungen.

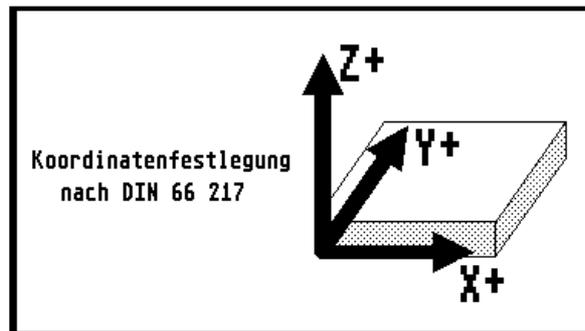
7.5 FILE - Quit

Dieser Unterpunkt ermöglicht das Verlassen des DIN66025-Programmes. Über eine zusätzliche Dialogbox wird sichergestellt, daß es sich um keinen Irrtum handelt.

<p>Hinweis: Bei Verlassen des Programmes werden Ihre Daten nicht automatisch abgespeichert! Eventuelle Änderungen werden somit verworfen!</p>
--

8 Nullpunkte

Bevor wir mit diesem Menüpunkt beginnen, wollen wir uns zuerst das Koordinatensystem ansehen. Jeder Punkt im Raum ist durch drei Koordinatenpunkte festgelegt. Die Punkte sind definiert durch die X-Richtung, die Y-Richtung und durch die Z-Richtung. Dazu sehen Sie sich die folgende Abbildung an.



Die Position der vier Nullpunkte und des Werkzeug-Wechselpunktes wird immer auf den Maschinen-Nullpunkt bezogen.

8.1 Werkzeug-Wechselpunkt

Mit diesem Unterpunkt können Sie einen Punkt definieren, an dem Sie das Werkzeug Ihrer Fräsmaschine wechseln können. Der Punkt sollte so gewählt werden, daß Sie den Werkzeugwechsel ungehindert durchführen können.

Nach anklicken des Menüpunktes erscheint folgendes Bild auf Ihrem Bildschirm:

Werkzeug-Wechselpunkt setzen

0.01 mm <small>F1</small>	0.1 mm <small>F2</small>	1.0 mm <small>F3</small>	10.0 mm <small>F4</small>	100.0 mm <small>F5</small>
---------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------------

+ X	- X	+ Y	- Y	+ Z	- Z	DIALOG
-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

Maschinen-Position: X: 0.00 Y: 0.00 Z: 0.00

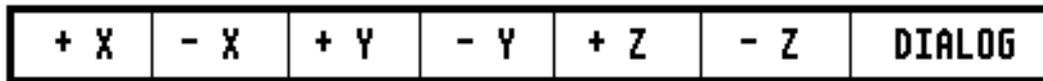
X	Y	Z
RETURN		

In der obersten Reihe können Sie festlegen, wieviel Weg Sie pro Mausklick oder Tastendruck zurücklegen wollen. Sie können die Werte auch über die F-Tasten anwählen.

Werkzeug-Wechselpunkt setzen

0.01 mm <small>F1</small>	0.1 mm <small>F2</small>	1.0 mm <small>F3</small>	10.0 mm <small>F4</small>	100.0 mm <small>F5</small>
---------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------------

Darunter ist ein Feld mit den Einträgen **X+**, **X-**, **Y+**, **Y-**, **Z+**, **Z-** und **DIALOG**. Mit diesen Feldern legen Sie die Verfahrrichtung Ihrer Fräsmaschine fest. Sie können nun auf eines der Felder klicken, dann bewegt sich die NC-Maschine in die gewählte Richtung und legt dabei den eingestellten Weg zurück.

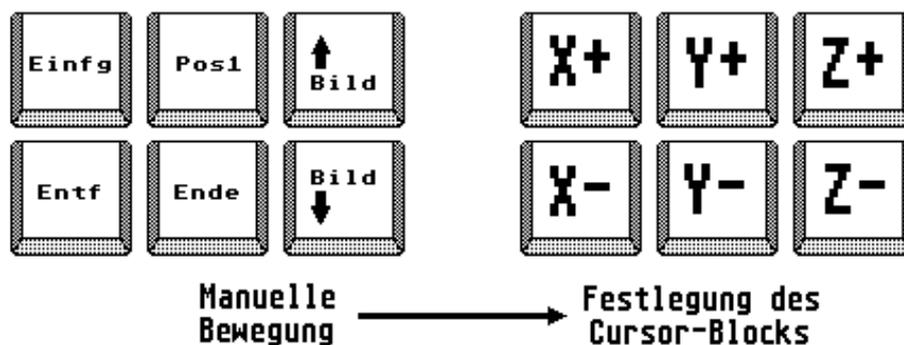


Alle Bewegungsabläufe können mit **Maus** oder **Keyboard** gestartet werden.

Die Steuerung mit der Maus ist denkbar einfach und deshalb ideal für den Einstieg geeignet. Dazu bewegen Sie den Mauspfedel auf das gewünschte Feld innerhalb der Dialogleiste. Die Auslösung erfolgt durch drücken der linken Maustaste.

Die Tastenbelegung für die manuelle Steuerung mit Keyboard ist in der obersten Dialogleiste bereits erkennbar. Es wurden die Funktionstasten **F1** bis **F5** benützt.

Die Steuerung der Achsenbewegung erfolgt mittels den Cursorblock-Tasten und haben folgende Funktionen:



Der Sprung zurück ins Hauptmenü kann jederzeit mit Maus oder Keyboard erreicht werden. Dazu bewegen Sie den Mauspfedel auf das Feld **"RETURN"** im rechten unteren Bildschirmteil. Die Auslösung erfolgt durch drücken der linken Maustaste. Für die manuelle Steuerung mit Keyboard steht Ihnen für diesen Zweck die Taste **"Esc"** zur Verfügung.

Hinweis:

- Für einen schnellen Ablauf werden alle Bewegungen **immer im Eilgang** ausgeführt. Dies entspricht der maximal möglichen Vorschubgeschwindigkeit, welche mit dem Programm CNCSETUP.EXE bereits festgelegt wurde.
- Die Genauigkeit von 0,01 mm kann nur bei den entsprechenden mechanischen Voraussetzungen erfüllt werden. Werden diese Voraussetzungen nicht erfüllt, so erfolgt **keine** Bewegung bei Anwahl der zu bewegenden Achse.

Bisher konnte man die Achsen nur einzeln bewegen, was einer Streckensteuerung entspricht. Mit dieser Methode kann man sich zwar recht bequem an den Zielpunkt herantasten, es erfordert aber relativ viel Zeit.

Wenn die Wegstrecken der drei Achsen bereits bekannt sind, so ist es wesentlich effektiver, alle Achsen gleichzeitig zum Zielpunkt zu bewegen. Dies entspricht einer Bahnsteuerung. Das DIN66025-Programm ist eine Bahnsteuerung mit drei gesteuerten Achsen. Dazu bewegen Sie den Mauszeiger auf das Feld **"DIALOG"** und aktivieren dieses durch Drücken mit der linken Maustaste. Für die Steuerung mit Keyboard steht Ihnen die Taste **"F9"** zur Verfügung. Im Bildschirm wird nun zusätzlich ein Dialogfeld sichtbar.

F1 X-Achse	F2 Y-Achse	F3 Z-Achse	F4 Starten		ESC RETURN
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--	-----------------------------

X: 50

Y: 30 ■

Z: 0

Mit den Funktionstasten **"F1"** bis **"F3"** selektieren Sie die gewünschte Achse und geben die Weglänge in mm ein. Die eigentliche Auslösung erfolgt mit der Funktionstaste **"F4"**. Der Zielpunkt wird nun im Eilgang mit allen drei Achsen gleichzeitig angefahren. Die eingegebenen Werte werden danach gelöscht und Sie können den Vorgang nochmals wiederholen oder durch Drücken der Funktionstaste **"F10"** den Dialog-Betrieb verlassen.

Hinweis: Im Dialog-Betrieb ist eine Steuerung mit der Maus nicht möglich.
--

Wenn Sie den Werkzeug-Wechselpunkt definiert haben ist dieser Menüpunkt mit einem Stern versehen.

8.2 Nullpunkt #1 - #4

Für die Einstellung der Nullpunkte #1 bis #4 gilt die gleiche Prozedur wie für den Werkzeug-Wechselpunkt. Eine nochmalige Erklärung erübrigt sich daher.

8.3 DATEN - Lesen

Unter diesem Menüpunkt können Sie gespeicherte Nullpunktdateien in den Speicher des Computers einlesen.

8.4 DATEN - Speichern

Wenn Sie einen oder mehrere Nullpunkte gesetzt haben können Sie deren Position abspeichern. Das hat dann einen Sinn, wenn Sie z.B. eine Spannvorrichtung oder einen Schraubstock, bei dem Sie den Anschlag nicht verändern, aufgespannt haben. Da sich in diesem Fall der Nullpunkt nicht ändert, können Sie die Daten, wie oben beschrieben, einfach in den Speicher einlesen und brauchen nicht jedesmal den Nullpunkt neu einzustellen. Die Daten werden nach Anklicken des Menüpunktes automatisch in die Datei **NULLP.DAT** geschrieben.

8.5 Wechsellpunkt anfahren

Nach aktivieren dieses Menüpunktes fährt die Maschine auf den eingestellten Werkzeug-Wechsellpunkt.

8.6 Nullpunkt #1 - #4 anfahren

Unter diesem Menüpunkt können Sie einen eingestellten Nullpunkt anfahren. Sie haben dadurch die Möglichkeit, z.B. die Position des Nullpunktes zu überprüfen.

8.7 Nullpunkt #1 - #4 aktiv

Hier wird angezeigt, welcher Nullpunkt aktiv ist.

8.8 Maschinenpunkt anfahren

Wenn Sie diesen Menüpunkt aktivieren, fährt die Maschine zum Maschinen-Nullpunkt. Wenn Ihre Maschine ohne Referenz-Schalter ausgestattet ist, so ist es zweckmäßig nach beendeter Arbeit, also vor dem ausschalten der Maschine, den Maschinen-Nullpunkt anzufahren. Dadurch sind Sie wieder in der Ausgangsposition und der Bezug zum Nullpunkt ist wieder hergestellt. Das ist besonders wichtig, wenn Sie am nächsten Tag wieder mit dem selben Nullpunkt arbeiten müssen.

Der Maschinen-Nullpunkt wird in den meisten Fällen durch Anbringen der sogenannten Referenz-Schalter vom Maschinenhersteller festgelegt und ist von der Konstruktion der Maschine abhängig.

Wenn Sie unter dem Menüpunkt "DATEN schreiben" die Position des oder der Nullpunkte abspeichern, dann wird die Entfernung zwischen Maschinen-Nullpunkt und dem gesetzten Nullpunkt in die Datei " NULLP.DAT " geschrieben.

<p>Hinweis: Wenn wir vorhin von Nullpunkt setzen gesprochen haben, so meinten wir den "Werkstück-Nullpunkt".</p>
--

Diesen Werkstück-Nullpunkt können Sie frei wählen. Den Werkstück-Nullpunkt werden Sie natürlich auf eine Position setzen, von der die Programmierung Ihres Werkstückes am zweckmäßigsten erscheint. Es sollte also ein Punkt gewählt werden, bei dem Sie die Zeichnungsmaße möglichst ohne zu rechnen, übernehmen können.

9 Werkzeug

Unter diesem Menüpunkt werden die Werkzeugdaten verwaltet. Sie können hier die Werkzeuglänge und den Werkzeugradius von 20 Werkzeugen verwalten.

9.1 Edit Werkzeugspeicher

Nach anklicken dieses Menüpunktes erscheint auf dem Bildschirm folgende Tabelle:

>>> WERKZEUGKORREKTUR-SPEICHER <<< Exit= ESC

	RADIUS	LÄNGE +/-	BEZEICHNUNG
NULLWERKZEUG	2.00	0.00	NULLwerkzeug
Werkzeug # 1	2.00	0.00	Fräser #1
Werkzeug # 2	3.50	5.00	Fräser #2
Werkzeug # 3	5.00	-12.00	Bohrer
Werkzeug # 23	0.00	0.00	
Werkzeug # 24	5.50	-3.80	Bohrer
Werkzeug # 25	8.00	2.00	Schruppfräser

Dieses Bild zeigt einen Überblick über die eingetragenen Werkzeugdaten. In der ersten Spalte steht die Werkzeugnummer. Die zweite Spalte ist für den Werkzeugradius vorgesehen. In die dritte Spalte wird die Werkzeuglänge eingetragen. In die letzte Spalte können Sie einen Kommentar schreiben.

Der Text, der in der Spalte "**BEZEICHNUNG**" steht, hat auf die Steuerung **keinen** Einfluß. Sie können hier das Werkzeug beschreiben (z.B. Schruppfräser, Schlichtfräser, Zentrierbohrer, Bohrer usw.). Diese Werkzeugbeschreibung ist sehr nützlich, wenn Sie die selben Teile später noch einmal machen müssen, da man aus Werkzeuglänge und Werkzeugradius das Werkzeug nicht eindeutig bestimmen kann. Es ist ja ein großer Unterschied, ob man eine Bearbeitung mit einem Schruppfräser oder einem Schlichtfräser durchführt.

Wenn Sie diesen Menüpunkt aktivieren blinkt der Cursor immer beim 1. Werkzeug. Wenn Sie die Daten des ersten Werkzeuges ändern wollen so drücken Sie die Taste "**Return**". Der Eintrag in der Spalte "**RADIUS**" erlischt und Sie können den eingetragenen Wert überschreiben. Mit "**Return**" gelangen Sie in die nächste Spalte und können den Vorgang bei "**LÄNGE**" wiederholen. Auch bei der Spalte "**BEZEICHNUNG**" gilt der gleiche Vorgang.

Sollten Sie einen Eintrag nicht ändern wollen, können Sie mit nochmaligen drücken der Taste "**Return**" den alten Eintrag wieder übernehmen.

In die unteren Zeilen der Tabelle gelangen Sie mit der Taste "**Pfeil nach unten**". Dies funktioniert aber nur wenn der Cursor in der Spalte "**RADIUS**" steht.

Wenn Sie alle benötigten Werkzeugdaten eingegeben oder geändert haben, können Sie mit der Taste "**F 10**" aussteigen und kehren zum Hauptmenü zurück. Auf die Werkzeugvermessung werden wir in diesem Handbuch noch näher eingehen.

9.2 Daten lesen

Nach aktivieren dieses Menüpunktes werden die abgespeicherten Werkzeugdaten in den Speicher des Computers eingelesen und stehen Ihnen somit wieder zur Verfügung. Wenn Sie Werkzeugdaten abgespeichert haben, werden diese automatisch bei Programmstart in den Speicher eingelesen.

9.3 Daten schreiben

Wenn Sie diesen Menüpunkt anklicken werden die aktuellen Werkzeugdaten in die Datei **"TOOL.DAT"** geschrieben. Die Daten stehen Ihnen somit auch bei anderen Teileprogrammen zur Verfügung. Das geht aber nur wenn Sie die gleichen Werkzeuge verwenden.

9.4 Daten lesen WIE

Bei diesem Menüpunkt können Sie, die unter einem bestimmten Namen abgespeicherten Werkzeugdaten, wieder in den Speicher laden.

9.5 Daten schreiben ALS

Werkzeugdaten die Sie später noch einmal brauchen, können Sie unter einem von Ihnen festgelegten Namen auf Diskette oder Harddisk abspeichern. Sie haben somit die Möglichkeit diese Daten, wie oben beschrieben, wieder in den Speicher zu laden.

9.6 Speicher löschen

Wenn Sie ein neues Werkstück beginnen, bei dem auch neue Werkzeuge verwendet werden, sollten Sie zur Sicherheit den Werkzeugspeicher löschen. Damit haben Sie die Sicherheit, daß keine falschen Werkzeugdaten im Speicher stehen. Das könnte nämlich fatale Auswirkungen zur Folge haben. Ein falsch eingetragener Wert kann unter Umständen zur Zerstörung des Werkstückes führen.

10 Parameter

Dies ist ein sehr umfangreicher Menüpunkt zur Einstellung verschiedener Parameter die Einfluß auf die Steuerung und die Grafik haben.

10.1 Parameter I/J/K

I/J/K - immer relativ

Die Parameter I/J/K dienen zur Festlegung des Mittelpunktes bei der Kreisprogrammierung und werden in diesem Fall immer relativ zum Kreisanzfangspunkt angegeben. Also immer der Abstand von Kreisanzfangspunkt zum Mittelpunkt.

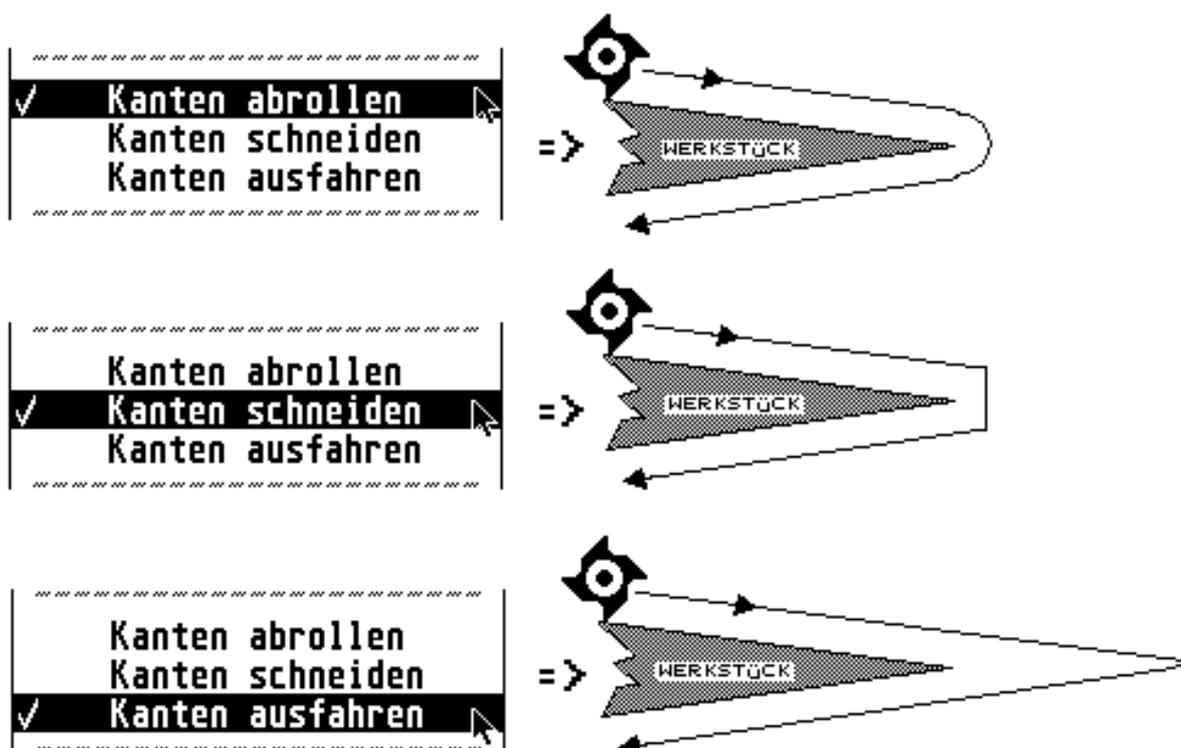
I/J/K - G90/91 abhängig

In diesem Fall wird der Abstand zwischen Kreisanzfangspunkt und Mittelpunkt abhängig von der Programmierart eingegeben. Wenn Sie mit G90 = Absolutmaß programmieren, wird auch der Kreismittelpunkt im Absolutmaß angegeben. Im Falle G91 = Kettenmaß wird der Mittelpunkt als relativer Abstand zwischen Kreisanzfangspunkt und Mittelpunkt angegeben.

Achten Sie immer auf die richtige Einstellung dieser Parameter, da sehr viel davon abhängt. Sie können dies mir der grafischen Simulation sehr einfach testen. Wir werden in diesem Handbuch noch darauf zurückkommen.

10.2 Kanten abrollen, schneiden, ausfahren

Folgendes Bild soll diesen Sachverhalt klären.



11 Grundlagen der Programmierung

11.1 Programmbestandteile

Jedes **Programm** besteht aus einer beliebigen Anzahl von **Sätzen**. Jeder **Satz** wiederum besteht aus mehreren, unterschiedlich vielen **Wörtern**.

Die **Wörter** beinhalten

programmtechnische oder
geometrische oder
technologische Informationen.

Jeder Satz endet immer mit dem Satzendzeichen **LF** und wird für sich allein in eine Zeile geschrieben. **LF** (Line Feed) bedeutet Zeilenvorschub und ist eigentlich historisch bedingt: Bei der Zeilenschaltung der Lochstreifenmaschine beispielsweise entsteht **LF** automatisch.

Nachfolgend wird auf das **LF**-Zeichen nicht mehr eingegangen, da es bei den Text-Editoren oder im ausgedruckten Programmprotokoll nicht erscheint bzw. nicht sichtbar ist.

In einem Satz können Geometriedaten über die Vorschubbahn und/oder andere Informationen entstehen.

Die Geometriedaten in einem Satz beschreiben immer nur einen Bahnabschnitt, welcher eine Gerade oder einen Kreisbogen mit einem beliebigen Radius sein kann. Der Kreisbogen kann je nach Bewegungsrichtung links- oder rechtsdrehend sein. Jede beliebige Bahn kann meistens in diese drei Grundelemente zerlegt werden: **Gerade**, **linker Bogen**, **rechter Bogen**.

Vor dem ersten Satz des Programms wird der Programmanfang gekennzeichnet. Als Satz wird dabei die Summe der Informationen bezeichnet, die die Steuerung benötigt, um einen Bearbeitungsschritt auszuführen. Nach dem letzten Satz wird das Ende des Programms durch eine Zusatzfunktion gekennzeichnet.

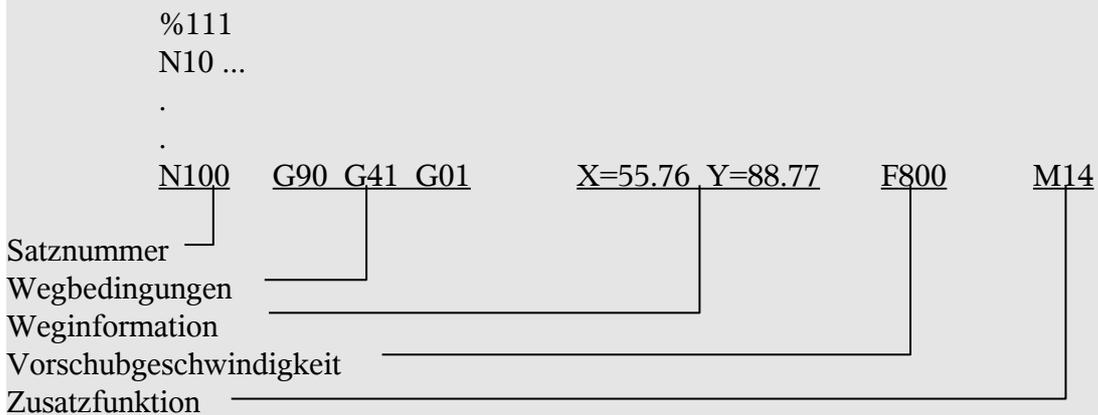
11.2 Programmwort

Ein Wort ist ein Satzglied und besteht aus einer **Adresse** und **Ziffern**. Dies sind Adreßbuchstaben und eine Ziffernfolge mit oder ohne Vorzeichen als Wortinhalt, (z.B. **X= -33.77**). Durch entsprechende Kombination von nach ihrer Bedeutung festgelegten Adressen und Ziffern ergeben sich die für die CNC-Steuerung lesbaren Informationen.

11.3 Satzaufbau

Ein Satz besteht aus mehreren Wörtern und muß alle notwendigen Informationen für den entsprechenden Bearbeitungsschritt enthalten.

Satzbeispiel:



11.4 Programmtechnische Informationen

Der **Programm**anfang wird in der Regel mit dem Zeichen "%" gekennzeichnet. Die Programmnummer befindet sich im Anschluß an dieses Zeichen.

Das erste Wort eines Satzes ist die **Satznummer** und muß **immer** vorhanden sein. Es ist zu empfehlen in aufsteigender Reihenfolge mit 10er Schritten zu programmieren. Dadurch bleibt die Übersichtlichkeit selbst bei nachträglich eingeschobenen Sätzen immer erhalten.

Jede **Satznummer** darf nur **einmal** vorkommen, damit z.B. auch Sprünge zu einer bestimmten Programmzeile programmiert werden können.

Die meisten CNC-Steuerungen und somit auch die **SHD**-Steuerung zeigen während der Abarbeitung eines Programms die Nummer mit Inhalt des jeweils aktuellen Satzes an. Zusätzlich werden bei der **SHD**-Steuerung die beiden letzten und nachfolgenden Sätze angezeigt.

11.4.1 /N Satz ausblenden

Ein Programmsatz, vor dessen Satznummer-Adresse ein Schrägstrich "/" programmiert ist, wird von der Steuerung ignoriert und somit nicht ausgeführt.

11.4.2 (...) Kommentar hinzufügen

Die **SHD**-Steuerung bietet die Möglichkeit bei der Programmierung einen Kommentar in das DIN66025-Quellenprogramm mit einzubinden. Alle Zeichen ab der geöffneten Klammer "(" in einem Satz werden von der Steuerung ignoriert und somit nicht ausgeführt. Ein Programm kann somit wesentlich übersichtlicher und besser lesbar gestaltet werden, was auch entscheidend zur Programm-Wartbarkeit beiträgt.

11.5 Adreßzeichen und Sonderzeichen

DIN66025 Blatt 1 legt für die Adreßbuchstaben folgende Bedeutung fest:

Zeichen	Bedeutung
A	Drehbewegung um die X-Achse
B	Drehbewegung um die Y-Achse
C	Drehbewegung um die Z-Achse
D	Drehbewegung um eine weitere Achse od. 3. Vorschub
E	Drehbewegung um eine weitere Achse od. 2. Vorschub
F	Vorschub
G	Wegbedingung
H	frei verfügbar
I	Interpolationsparameter parallel zur X-Achse
J	Interpolationsparameter parallel zur Y-Achse
K	Interpolationsparameter parallel zur Z-Achse
L	frei verfügbar
M	Zusatzfunktion
N	Satznummer
O	unbenutzt wegen Verwechslungsgefahr mit 0
P	Radius bei Kreisinterpolation oder 3. Bewegung parallel zur X-Achse
Q	3. Bewegung zur Y-Achse oder Parameter zur Werkzeugkorrektur Register oder 3. Bewegung zur Z-Achse oder Parameter zur Werkzeugkorrektur
R	Spindeldrehzahl oder Schnittgeschwindigkeit
S	Werkzeugabruf
T	2. Bewegung parallel zur X-Achse
U	2. Bewegung parallel zur Y-Achse
V	2. Bewegung parallel zur Z-Achse
W	Bewegung parallel zur X-Achse
X	Bewegung parallel zur Y-Achse
Y	Bewegung parallel zur Z-Achse
Z	

Für Sonderzeichen wurden folgende Bedeutungen festgelegt:

Zeichen	Bedeutung
%	Programmanfang
/	Satzunterdrückung
(Beginn einer Anmerkung
)	Ende einer Anmerkung
LF	Satzende (Line Feed)
CR	Wagenrücklauf
SP	Zwischenraum
DEL	Löschzeichen (Delete)
%SP	Unterprogramm Start

12 Wegbedingung G

Unter dem Adreßbuchstaben **G** (von GEOMETRIC FUNCTION) werden der Steuerung Vorbereitungsbefehle mitgeteilt. Jeder Vorbereitungsbefehl schaltet die Steuerung auf einen bestimmten Ablauf um. Vorbereitungsbefehle bestehen aus dem Adreßbuchstaben **G** und einer **zweistelligen** Schlüsselzahl **00** bis **99**. Die Bedeutung der einzelnen Schlüsselzahlen ist in DIN66025 Blatt 2 genormt.

Die meisten Wegbedingungen sind **selbsthaltend** (modal), d.h. sie sind auch für **die nachfolgenden Sätze wirksam**. Selbsthaltende Funktionen behalten ihre Gültigkeit, bis sie von einer satzweise gültigen Funktion unterdrückt oder mit einer anderen selbthaltenden Funktion gelöscht bzw. ersetzt werden.

Wegbedingungen können auch **satzweise** wirksam sein. Dabei wird die **vorangegangene** Wegbedingung nur unterdrückt und gilt für den folgenden Satz wieder.

Zusatzfunktionen M

Zusatzfunktionen dienen dazu, der Maschine die notwendigen **Betriebsdaten** mitzuteilen.

13 Interpolationsarten

Bahnsteuerungen benötigen einen Interpolator, bei CNC's ein spezielles Softwareprogramm. Dieses berechnet von der Start- bis zur Zielposition eines Satzes alle auf einer mathematisch definierbaren Kurve liegenden Zwischenposition und führt dabei die einzelnen Achsen so, daß das Werkzeug auf dieser Bahnkurve entlang läuft.

Die einzelnen Interpolationsarten nach DIN66025:

- G00** = Eilgang
- G01** = Geradeninterpolation
- G02** = Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
- G03** = Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn

Zusätzlich ist eine **2D-Spline**-Interpolation bei der **SHD**-Steuerung mit implementiert. Unter einer Spline-Interpolation versteht man das Aneinanderfügen mathematischer Kurven höherer Ordnung, wobei die Übergänge tangentiell erfolgen. Mit dieser Interpolationsart lassen sich komplexe Kurvenformen mit wesentlich weniger Sätzen darstellen als mit der Annäherung durch Polygonzüge und Linearinterpolation. Nähere Informationen finden Sie hierzu im Kapitel Bearbeitungszyklen.

13.1 G00 Eilganginterpolation

Der programmierte Zielpunkt wird im Eilgang angefahren. In der Regel und somit auch bei der **SHD**-Steuerung entspricht der zu fahrende Weg dem resultierenden Vektor aus den Verbindungswegen der Einzelachsen.

13.2 G01 Geradeninterpolation

Bei der Geraden- oder Linearinterpolation **G01** veranlaßt die Steuerung, daß der Werkzeugbezugspunkt mit der programmierten Vorschubbewegung (= Adresse F) auf der Verbindungsgeraden vom Start- zum Zielpunkt bewegt wird.

13.3 G02, G03 Kreisinterpolation

G02 erzeugt eine Kreisbewegung zwischen Start- und Zielpunkt im Uhrzeigersinn, **G03** im Gegenuhrzeigersinn. Die Kreisbahn wird dabei jeweils mit der programmierten Geschwindigkeit durchfahren.

Die Angaben Uhrzeigersinn (**G02**) bzw. Gegenuhrzeigersinn (**G03**) sind nach DIN66025 in einem rechtsdrehenden Koordinatensystem festgelegt. Dabei gelten die Angaben für die Relativbewegung des Werkzeuges gegenüber dem Werkstück bei Blick auf die Bahnebene in negativer Richtung der auf dieser Ebene senkrecht stehenden Koordinatenachse.

Damit die Steuerung eine Kreisbahn erzeugen kann, benötigt sie außer den Wegbedingungen **G02** bzw. **G03** noch die Angaben der Zielpunktkoordinaten und Angaben über die Lage des Kreismittelpunkts oder über die Größe des Kreisradius. Die Koordinaten des Kreismittelpunkts werden für die Achsen X,Y bzw. Z unter den Adressen **I**, **J** bzw. **K** programmiert.

Anstelle der Angaben der Kreismittelpunktskoordinaten läßt die **SHD**-Steuerung alternativ die Angabe des Kreisradius zu. Dieser wird unter der Adresse **P** abgelegt. Ist der Radius der zu programmierenden Kreisbahn bekannt, kann er somit auch direkt unter der Adresse **P** in mm programmiert werden. Diese Methode ist meist einfacher als die Angabe von Interpolationsparametern.

Bei nicht bekanntem Kreismittelpunkt muß für die Festlegung des eindeutigen Kreisbahnverlaufs noch angegeben werden, ob der Kreis größer oder kleiner als ein Halbkreis ist.

- Bei einem Verfahrwinkel **kleiner** oder **gleich** 180 Grad wird ein **positiver** Radiuswert angegeben
- Bei einem Verfahrwinkel **größer** 180 Grad wird ein **negativer** Radiuswert angegeben

Bei einem Vollkreis (= Abstand zwischen Kreisendpunkt und Kreisangfangspunkt kleiner als **0.01mm**) kann die direkte Radiusprogrammierung **nicht** angewendet werden.

14 Bearbeitungsebenen G17, G18, G19

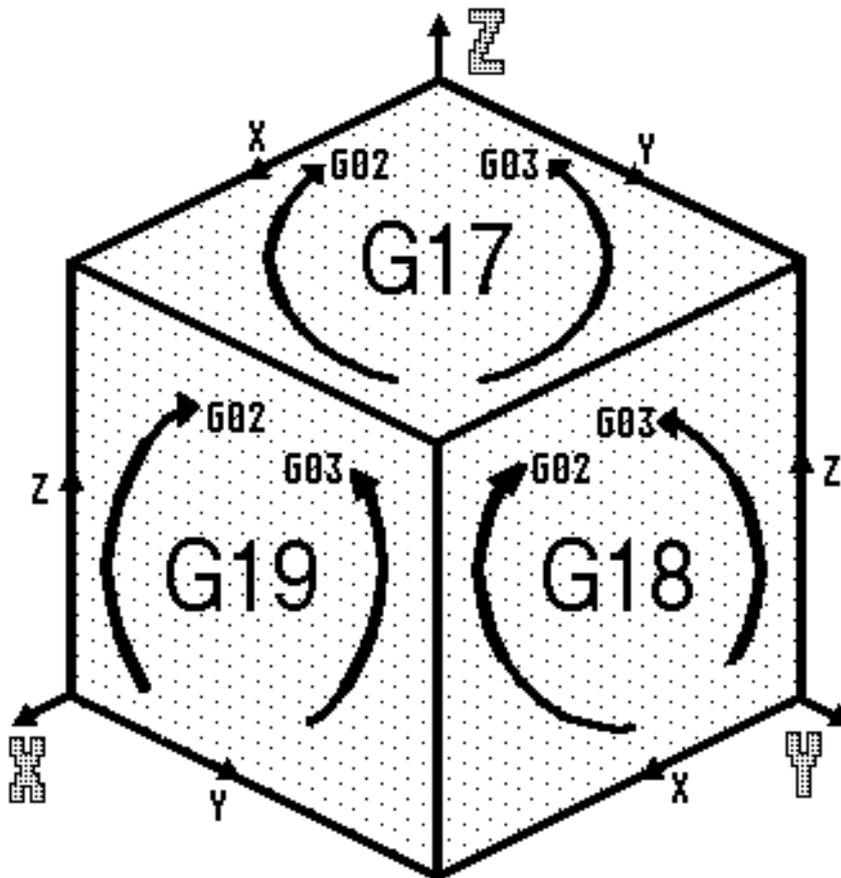
Fräsmaschinen besitzen **drei** Bearbeitungsebenen:

X-Y-Ebene = G17

X-Z-Ebene = G18

Y-Z-Ebene = G19

Folgendes Beispiel veranschaulicht die Zuordnung der Funktionen G17, G18 und G19 zu den Hauptebenen.



Mit diesen Funktionen wird eine aus zwei Koordinatenachsen gebildete Hauptebene oder eine dazu parallele Ebene ausgewählt, die in der Kreisinterpolation und Werkzeugradienkorrektur wirksam werden soll.

Zur Errechnung der Interpolationsparameter für eine andere Ebene müssen die Buchstaben teilweise ausgetauscht werden:

X-Y-Ebene G17 : X und Y - I und J

X-Z-Ebene G18 : X und Z - I und K

Y-Z-Ebene G19 : Y und Z - K und J

Direkte Radiusprogrammierung ist auch bei G18 und G19 möglich. Die Anwahl einer neuen Ebene muß vor der ersten Kreisinterpolation erfolgen. **G17 ist Grundstellung.**

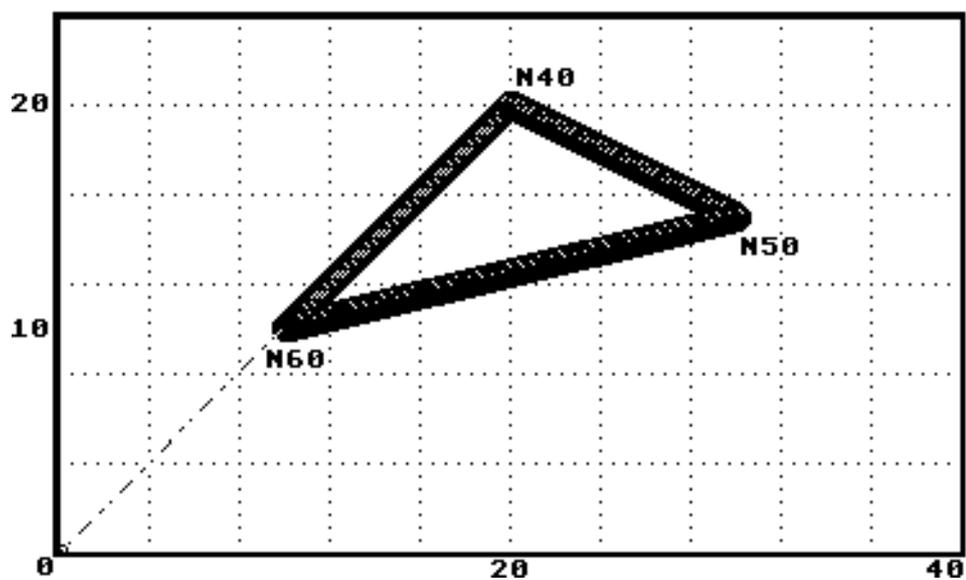
15 Bemaßungsarten

Der vom Werkzeug zu verfahrenende Weg - die Werkzeugbahn - ist immer der Weg des Werkzeugmittelpunktes. Solange keine Werkzeugradiuskorrektur berücksichtigt wird, ist die Werkzeugbahn auch der zu programmierende Weg. Die Weginformationen werden nur in Verbindung mit Wegbedingungen wirksam. Zwei dieser Bedingungen sind die Anweisungen:

G90 = Absolute Bemaßung = Bezugsmaßeingabe

G91 = Relative Bemaßung = Kettenmaßeingabe

Beispiel: Dreieck mit Koordinaten P1:10/10 P2:20/20 P3:30/15



Absolutbemaßung (G90)

N10	G40	T01	G54	G90
N20	G00	X=10.0	Y=10.0	
N30	G01	Z=-5.0	F=500	
N40	G01	X=20.0	Y=20.0	
N50	G01	X=30.0	Y=15.0	
N60	G01	X=10.0	Y=10.0	
N70	G00	Z=0.0		
N80	G00	X=0.0	Y=0.0	
N90	M30			

Relativbemaßung (G91)

N10	G40	T01	G54	G90
N20	G00	X=10.0	Y=10.0	
N30	G01	Z=-5.0	F=500	
N40	G91	G01	X=10.0	Y=10.0
N50	G01	X=10.0	Y=-5.0	
N60	G01	X=-20.0	Y=-5.0	
N70	G90	G00	Z=0.0	
N80	G00	X=0.0	Y=0.0	
N90	M30			

Hinweis:

In obigen Beispielprogrammen wird die Wertzuweisung aus Gründen der Übersicht mit einem "=" Zeichen durchgeführt. Dies entspricht nicht der DIN66025-Beschreibung. Dennoch haben die meisten CNC-Steuerungen diese Möglichkeit alternativ implementiert, um die nötige Übersicht in den CNC-Programmen sicherzustellen.

15.1 Anweisung G90

- Absolute Bemaßung = Bezugsmaßangabe
- **G90** bezieht sich auf den Nullpunkt.
- Die Weginformation ist die Zielposition im Koordinatensystem.
- Das Programm kann leicht überprüft werden, da in jedem Satz die absolute Position steht.
- Wenn eine **G90** Anweisung am Programmumfang steht, spielt es keine Rolle, wo das Werkzeug vorher war.

Hinweis: Die G90 Anweisung ist Grundstellung.
--

15.2 Anweisung G91

- Relative Bemaßung = Kettenmaßeingabe (auch inkrementell Bemaßung = Inkrementenmaßeingabe)
- **G91** bezieht sich auf den Endpunkt des vorhergehenden Satzes, der damit zum Anfangspunkt des augenblicklich abzuarbeitenden Satzes wird.
- Die Weginformation gibt an, welcher Betrag verfahren werden muß, um die Zielposition zu erreichen.
- Programmierung ist ohne Anwendung von Nullpunktverschiebungen möglich.
- Die **G91** Anweisung wird oft in Unterprogrammen angewendet, damit diese an jeder Position ablaufen können. Damit kann man erreichen, daß man an verschiedenen Stellen eines Werkstückes gleiche Konturen bearbeiten kann.

Bei der relativen Bemaßung gibt das Vorzeichen bei der Wertzuweisung die Verfahrrichtung an. Die Werkzeugbewegungen nach links, nach vorne und nach unten sind somit negativ.

Es liegt im Ermessen des Programmierers, ob überwiegend absolut oder relativ programmiert wird. Die Bemaßungsart kann immer ohne weiteres im Programm gewechselt werden.

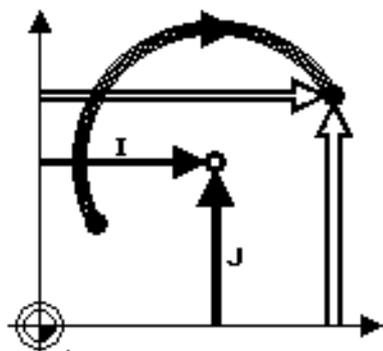
G90 ist so lange wirksam, bis **G91** geschrieben wird und umgekehrt.

16 Kreisprogrammierung

- Kreisförmige Konturen treten häufig im Bereich der maschinellen Fertigung auf. Zur Erzeugung einer Kreisbahn bedarf es folgender Angaben:
- Die Koordinaten für den **Kreisendpunkt = Zielpunkt**
- Hilfskoordinaten (Interpolationsparameter) für den **Kreismittelpunkt**:
 - I = Koordinate in X-Richtung
 - J = Koordinate in Y-Richtung
 - K = Koordinate in Z-Richtung
- Das Wort für die Wegbedingung **Kreisbahn** in der entsprechenden **Kreisrichtung G02 (UZ) oder G03 (GUZ)**.

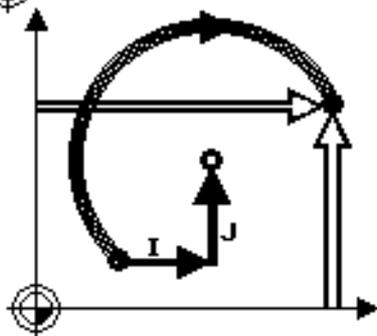
16.1 Bestimmung des Kreismittelpunktes

Folgende Beispiele veranschaulichen 3 Möglichkeiten:



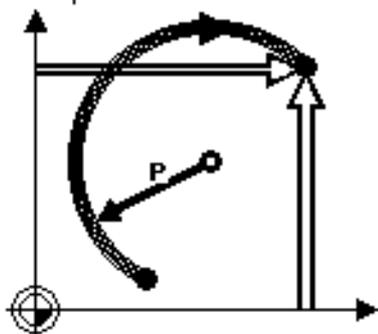
Möglichkeit 1

Mittelpunkt: I, J, K
Absolutmaße, bezogen
auf den Nullpunkt!



Möglichkeit 2

Mittelpunkt: I, J, K
Ketten- (Inkremental)
Maße, bezogen auf
den KREISANFANG !



Möglichkeit 3

Mittelpunkt: Angabe
des KREISRADIUS P !

16.2 Möglichkeit 1 und 2

Für die Interpolationsparameter gelten nach DIN66025 die Adressen **I** für die X-Achse und **J** für die Y-Achse. Das Vorzeichen ergibt sich aus der Koordinatenrichtung vom **Kreisanfangspunkt** zum **Kreismittelpunkt**. Die Interpolationsparameter sollten in der richtigen Reihenfolge **I - J** entsprechend der Achsenfolge **X - Y** programmiert werden.

In der DIN66025-Beschreibung wurde die Art der Maßangaben für die Interpolationsparameter nicht 100%ig beschrieben. Dieser Umstand wurde bei der **SHD**-Steuerung berücksichtigt und ist durch einfaches Selektieren der Menüpunkte wie folgt variabel gehalten:

Einstellmöglichkeit der I, J und K Parameter

PARAMETER	PARAMETER
✓ I/J/K <input checked="" type="checkbox"/> immer relativ	I/J/K - immer relativ
I/J/K - G90/91 abhängig	✓ I/J/K <input checked="" type="checkbox"/> G90/91 abhängig

Hinweis: Die Interpolationsparameter sind die Koordinaten des Kreismittelpunktes, bezogen auf den Kreisanfangspunkt. Sie sind somit in den meisten Fällen relative Maßangaben.

16.3 Möglichkeit 3

Die einfachste Art der Kreisprogrammierung ist sicherlich die **Möglichkeit 3**. Allerdings ist diese Eingabeform **nicht** genormt! Will man den DIN66025-Richtlinien entsprechen, so muß man auf diese einfache Art der Kreisprogrammierung verzichten.

Definition:

Bei einem Verfahrwinkel **kleiner** oder **gleich 180** Grad wird ein **positiver Radiuswert P** eingegeben. Bei einem Verfahrwinkel **größer 180** Grad wird ein **negativer Radiuswert P** eingegeben.

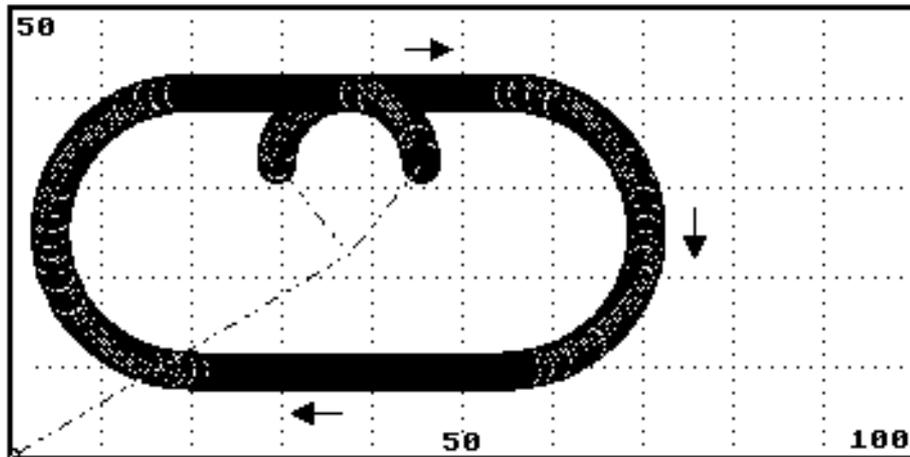
Achtung! Bei einem Vollkreis kann die direkte Radiusprogrammierung nicht angewendet werden.

16.4 3D-Implementierung

In den meisten Fällen sind die Werkzeugbewegungen nicht auf eine Ebene beschränkt, weil die **Z-Achse** als dritte NC-Achse vorhanden ist. Die **SHD**-Steuerung ist voll 3D-fähig und unterstützt somit die Schraubenlinienbewegung und das "fliegende" Eintauchen mit einer 3D-Kreisinterpolation.

Für die Programmierung der dritten Achse **Z** wird das **Z**-Wort beim Aufruf einer Kreisinterpolation benützt.

Beispiel: Programmierung eines Langloches mit "fliegendem" EIN- und AUStauen.



```

%33
/      Kreisprogrammierung: Langloch
/      Mit "fliegendem", kreisförmigem Eintauchen.
/
N10    G40    G90    T01    G55
N20    G00    X=37.5  Y=22.5  Z=0.0
N40    G42    G00    X=27.5  Y=32.5
N50    G02    X=37.5  Y=42.5  Z=-3.0  I=10.0  J=0    F=120
N60    G01    X=55.0  Y=42.5
N70    G02    X=55.0  Y=7.5   I=0    J=17.5
N80    G01    X=20.0  Y=7.5
N90    G02    X=20.0  Y=42.5  I=0    J=17.5
N100   G01    X=37.5  Y=42.5
N110   G02    X=47.5  Y=32.5  Z=0.0  I=0    J=-10
N130   G40    G00    X=37.5  Y=22.5
N140   G00    X=0.0   Y=0.0
N200   M30

```

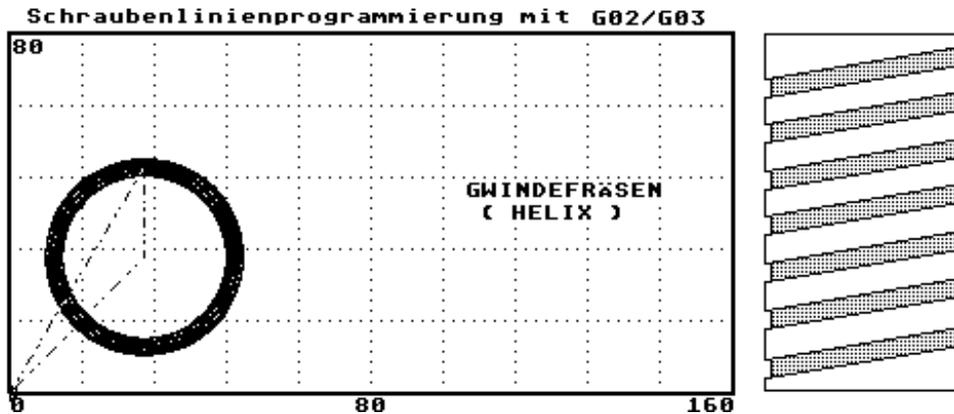
Hinweis: In Zeile N50 erfolgt das "fliegende" Eintauchen und in Zeile N110 ist das "fliegende" Austauchen programmiert. Die Anweisungen G40 und G42 sind für die Werkzeugbahnkorrektur zuständig und werden im nächsten Kapitel besprochen.

16.5 Gewindefräsen

Eine oft wichtige Notwendigkeit ist das Gewindefräsen. Das Schraubenlinien fräsen (Helix-Interpolation) kann bei der **SHD**-Steuerung sehr einfach mit der Parameterprogrammierung und der 3D Kreisinterpolation durchgeführt werden.

Mit folgendem Beispiel müssen wir dem Kapitel "Parameter-Programmierung" vorgreifen, um die Möglichkeit der Programmierung von Schleifen zu haben.

Beispiel: Gewinde mit 7 Gängen und einer Länge von 28.0 mm. Gewinde-Steigung = 4.0 mm.



```

%10
/
/ Beispiel: Gewindefräsen mit Parameterprogrammierung und 3D-Kreisinterpolation
  (HELIX)
/
/
N10   G40   G90   T01   G55
N20   R20=7 R21=0
N25   R22=1.0
N30   G00   X=30.0 Y=30.0
N40   G00   X=30.0 Y=50.0
N50   G01   Z=R22   F=200
N60   R21=R21+1
N70   R22=R22-4.0
/
N100  G02   X=30.0  Y=50.0  Z=R22  I=0.0  J=-20.0
/
N200  G20   BEQ   +N230  R21    R20 (10 Gewindegänge
fertig ?)
N210  G20   BRA   -N60    (Loop)
/
N240  G00   Z=0.0
N250  G00   X=0.0  Y=0.0
N250  M30

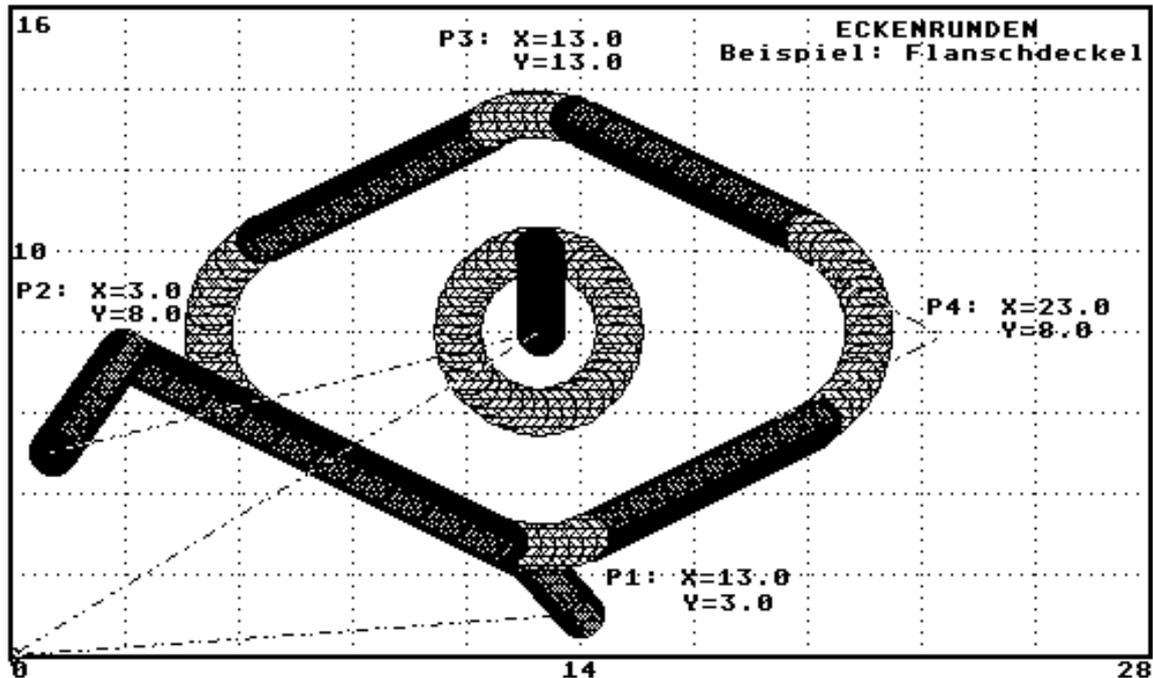
```

16.6 Eckenrunden

Am Schnittpunkt zweier Geraden kann eine kreisförmiger Übergang (Radius) gefordert sein. Die umständliche Kreisprogrammierung kann bei der **SHD**-Steuerung entfallen. Das Eckenrunden wird bequem mit Angabe des Radius unter der Adresse **U** bei einer **G01** Anweisung erledigt.

Um Ihnen die Einfachheit zu demonstrieren, haben wir als Beispiel eine Flanschdeckel gewählt. Die Berechnung der Tangentenpunkte (= Zielpunkte) in folgendem grafischen Beispiel (Simulation) mag dem einen oder anderen Facharbeiter auf Anhieb gelingen, kann jedoch nicht vorausgesetzt werden. Dementsprechend einfach ist es bei der SHD-Steuerung. Alles was man wissen muß, ist der Radius zum Eckenrunden. Die Tangentenpunkte werden automatisch mit Radiuskorrektur zur Laufzeit berechnet.

Die Grunddaten des Flanschdeckels sind die 4 Eckpunkte eines Viereckes und in folgender Zeichnung mit den Punkten P1 bis P4 bezeichnet.



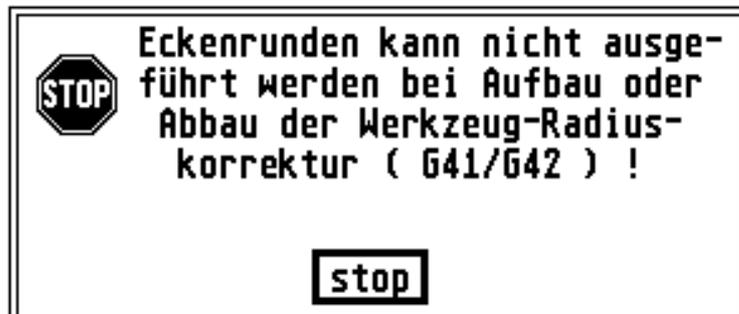
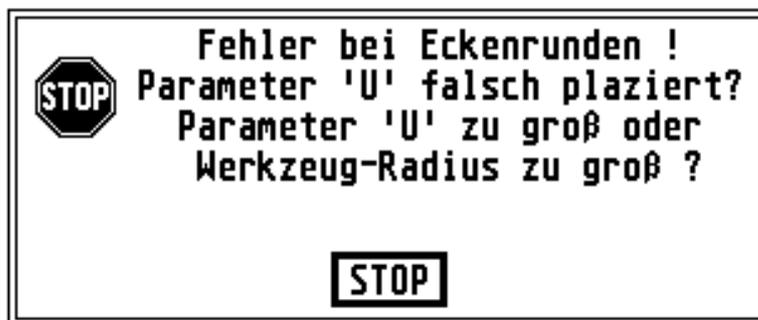
Hinweis: Im obigen Beispiel wurde bereits mit Radiuskorrektur programmiert um eine Konturverletzung zu verhindern. Demzufolge sind die erkennbaren Punkte zum Aufbauen und Abbauen der Radiuskorrektur unerlässlich.

Folgendes Beispielprogramm befindet sich auf Ihrer Diskette und ist unter dem Namen "FLANSCH.DIN" abgelegt.

```
%20
/
/ Beispiel Flanschdeckel, realisiert mit Eckenrunden.
/
N10    G40    G90    T01    G56
N20    G00    X=14.0  Y=1.0                (Für Radiuskorrektur Aufbau)
N50    G01    Z=-3.0  F=200
N60    G41    G01    X=13.0  Y=3.0  F=300  (Punkt P1)
N70    G01    X=3.0   Y=8.0   U=2.0  (Runden bei Punkt P2)
N80    G01    X=13.0  Y=13.0  U=2.0  (Runden bei Punkt P3)
N90    G01    X=23.0  Y=8.0   U=2.0  (Runden bei Punkt P4)
```

N100	G01	X=13.0	Y=3.0	U=2.0	(Runden bei Punkt P1)
N110	G01	X=3.0	Y=8.0		(Punkt P2)
N120	G40	G01	X=1.0	Y=5.0	(Für Radiuskorrektur Abbau)
N130	G00	Z=0.0			
/ Loch in Mitte mit Radius = 2.0 mm					
N140	G00	X=13.0	Y=8.0		
N150	G01	Z=-3.0	F=200		
N160	G40	G01	X=13.0	Y=10.0	F=300
N170	G02	X=13.0	Y=10.0	I=0.0	J=-2.0
N180	G40	G01	X=13.0	Y=8.0	
N190	G00	Z=0.0			
N200	G00	X=0.0	Y=0.0		
N210	M30				

Fehlermeldungen bei Eckenrunden: (Immer Programmstop!)

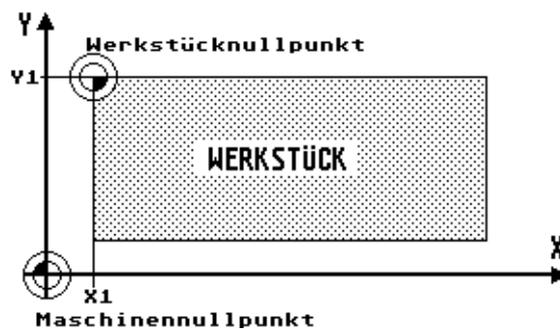


17 Nullpunktprogrammierung

17.1 Festlegung des Werkstücknullpunktes

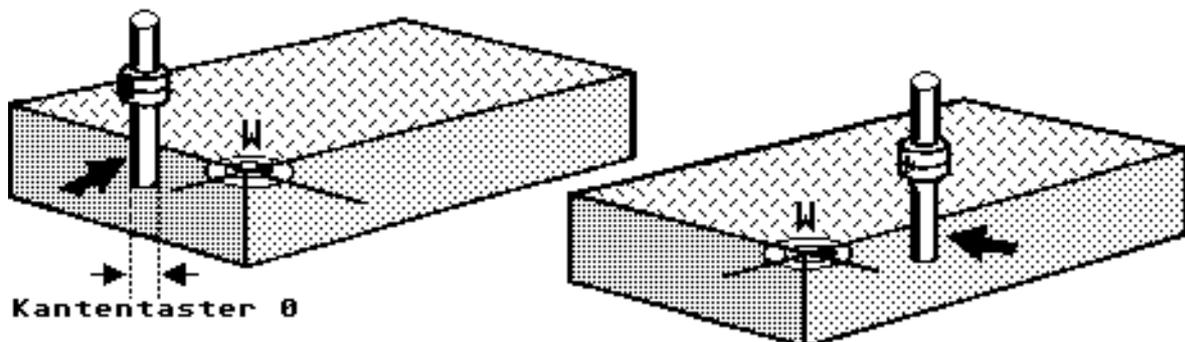
Für jedes Werkstück muß der Werkstücknullpunkt (oder Anschlagpunkt) festgelegt werden. Dabei wird der Maßunterschied zwischen Maschinennullpunkt und Werkstücknullpunkt beim Einrichten in einen speziellen Speicher hinterlegt. Die Genauigkeit des späteren Werkstückes hängt entscheidend von der Sorgfalt dieser Bestimmung ab. Die gesamte Handhabung und Festlegung der Nullpunkte ist Menügesteuert und wurde bereits im Eingangsteil dieses Handbuchs erklärt.

Den Zusammenhang zwischen **Werkstücknullpunkt** und **Maschinennullpunkt** zeigt folgendes Bild:



Dabei gilt: $X1$ = Nullpunktverschiebung 1 in der X-Achse
 $Y1$ = Nullpunktverschiebung 1 in der Y-Achse

Die Festlegung des Werkstücknullpunktes erfolgt üblicherweise mit einem "Kantentaster" (Zentrierwelle) wie im folgenden Bild sichtbar.



Zum Festlegen des Werkstücknullpunktes muß der Radius der Zentrierwelle bekannt sein, weil dieser als Offset benötigt wird. Dieser Offset muß dann beim Setzen des Werkstücknullpunktes für die X-Achse und Y-Achse als Korrekturwert eingegeben werden.

Dazu ein Zahlenbeispiel bezogen auf das letzte Bild:

Kantentaster Radius = 10mm
ergibt Korrektur-Wert X-Achse: +10mm
Korrektur-Wert Y-Achse: +10mm

Hinweis: Das Werkzeug zum Nullpunktsetzen entspricht dem Eintrag "NULL-WERKZEUG" im Werkzeugspeicher. Ersatzhalber kann selbstverständlich jedes Werkzeug zum Setzen des Werkzeugnullpunktes benützt werden.

17.2 Nullpunktverschiebungen

Es stehen die Nullpunktverschiebungen 1 bis 4 mit den Anweisungen G54 bis G57 zur Verfügung.

Hinweise:

- Jede Anweisung bleibt gespeichert wirksam, bis eine der anderen programmiert wird. Die augenblicklich gültige Anweisung wird mit einem Stern im Menüpunkt "Nullpunkt #n aktiv" erkennbar gemacht.
- Die Nullpunktverschiebungen wirken immer unabhängig von der Bemaßungsart **G90/G91**
- Die Aktivierung der Anweisung erfolgt ab einschließlich dem Satz, in dem die Anweisung steht und sobald die jeweilige Achse zum ersten Mal programmiert wird.
- Die Aktivierung einer Nullpunktverschiebung kann auch bequem mit Maus im Menüpunkt "Nullpunkt #n aktiv" durchgeführt werden.
- Wurde kein Nullpunkt gesetzt oder keine Nullpunktdatei geladen, so entsprechen alle 4 Nullpunkte der Position des Maschinennullpunktes.

Zusammenfassung:

G53 = Unterdrückung der Nullpunktverschiebungen
G54 = Anwahl Nullpunktverschiebung 1
G55 = Anwahl Nullpunktverschiebung 2
G56 = Anwahl Nullpunktverschiebung 3
G57 = Anwahl Nullpunktverschiebung 4

17.3 Additive Nullpunktverschiebung

Außer den vier einstellbaren Nullpunktverschiebungen steht eine additive Nullpunktverschiebung mit der Anweisung G59 zur Verfügung, die zusätzlich zu den Verschiebungen G54 bis G57 wirkt.

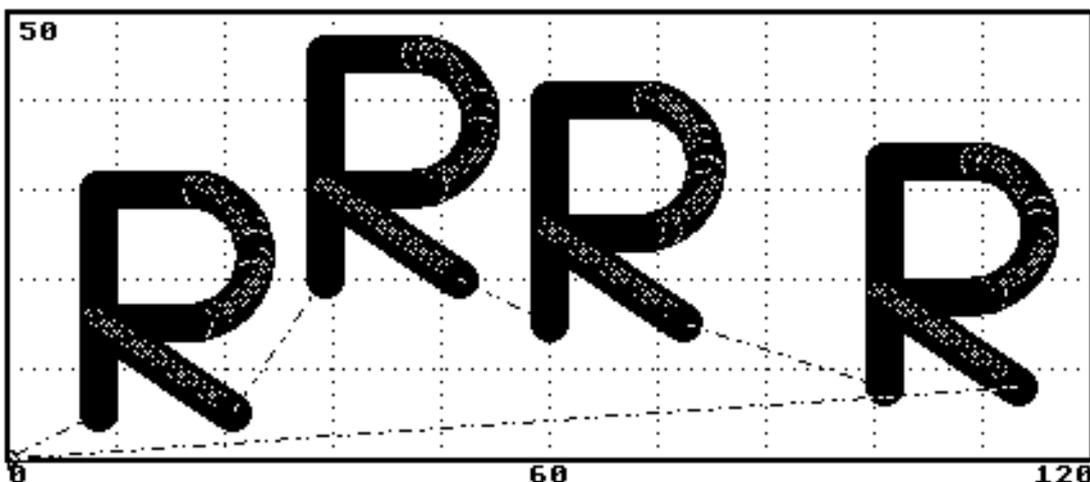
Aufruf : **G59** X=..... Y=..... Z=.....

- Die Verschiebewerte werden nach obigem Beispiel ins Programm geschrieben. Das "="-Zeichen ist optional und kann bei Bedarf weggelassen werden.
- In einem Satz mit **G59** dürfen außer den Verschiebewerten keine Anweisungen stehen.
- Der für eine Achse wirksame Verschiebewert kann durch einen neuen überschrieben werden.
- Das Löschen der additiven Nullpunktverschiebung erfolgt mit dem Verschiebewert "Null".

Beim Aufruf der additiven Nullpunktverschiebung addiert die Steuerung zum augenblicklich gültigen Nullpunkt (G54-G57) die programmierten Werte. Die Koordinaten des Nullpunktes werden somit neu festgelegt.

Beispiel: Mit Hilfe der Additiven Nullpunktverschiebung soll ein Arbeitsvorgang mehrmals an verschiedenen Stellen des Werkstückes ausgeführt werden. Als Arbeitsvorgang wurde das Ausfräsen des Buchstaben "R" gewählt.

Die grafische Simulation:



Das dazugehörige Programm:

```
%20
/
/ Beispiel: Additive Nullpunktverschiebung
/
N10      G40    G90    T05    G56
N20      G00    X=0.0  Y=0.0
N50      L25101
/ -> Verschiebung #1 nach X=25.0 & Y=15.0
N60      G59    X=25.0  Y=15.0
N70      L25101
/ -> Verschiebung #2 nach X=50.0 & Y=10.0
N80      G59    X=50.0  Y=10.0
N90      L25101
/ -> Verschiebung #3 nach X=87.0 Y=3.0
N100     G59    X=87.0  Y=3.0
```

(Zum Nullpunkt #3 - G56)

```

N110    L25101
N120    G56    G00    Z=0.0
N130    G00    X=0.0    Y=0.0
N150    M30
/
%SP
L25100
/      Unterprogramm zum Ausfräsen des Buchstaben " R "
/
N10     G00    X=10.0    Y=5.0
N20     G01    Z=-3.0    F=400
N30     Y=30.0
N40     X=20.0
N50     G02    X=20.0    Y=-15.0    I=0.0    J=-7.5
N60     G01    X=10.0
N70     X=25.0 Y=5.0
N80     G00    Z=0.0
N90     M17

```

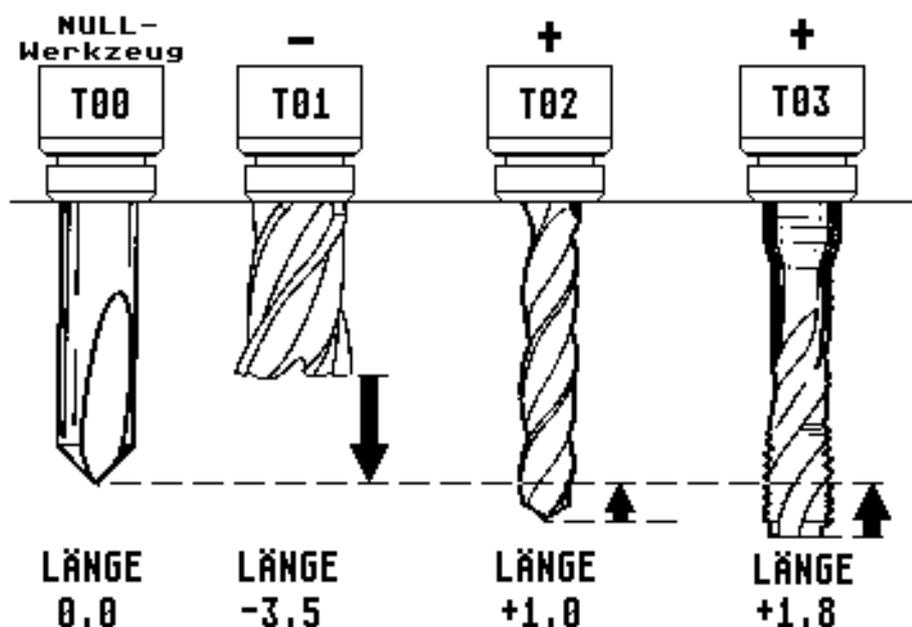
Achtung! Beim Erstellen dieses Programmes wurde bereits vorgegriffen und die Unterprogrammtechnik verwendet. Diese Technik wird im Kapitel "Unterprogrammtechnik" ausgiebig behandelt.

18 Werkzeugbestimmung und Verwaltung

Eine Kontur oder ein Bahnverlauf ergeben beim Einsatz von verschiedenen Werkzeugen je nach Länge und Radius eines Werkzeuges verschiedene Ergebnisse. Zur Kompensation wurde bei der **SHD**-Steuerung eine automatische Werkzeugverwaltung implementiert. Während der Werkstückbearbeitung berücksichtigt die CNC-Steuerung die Längen und Radien der unterschiedlichen Werkzeuge automatisch. Dazu benötigt die Steuerung die entsprechende Werkzeugnummer T., die es erlaubt, Länge und Radius des eingesetzten Werkzeuges aus dem **Werkzeugkorrekturspeicher** abzurufen und bei der Positionierung des Werkzeuges und Berechnung der Werkzeugbahn zu berücksichtigen.

Die eingetragenen Werte im Werkzeugkorrekturspeicher beziehen sich auf die **Werkzeuglänge** und auf den **Werkzeugradius**.

Der Wert des Werkzeugradius ist ein **Absolutwert** und eindeutig festgelegt anhand der Werkzeug-Spezifikationen. Der Wert der Werkzeuglänge ist ein **Relativwert** und bezieht sich auf das NULL-Werkzeug. Dieser Zusammenhang wird mit folgendem Bild deutlicher:



Die eingetragenen Werte im Werkzeugkorrekturspeicher müssen somit **negativ** sein wenn das dementsprechende Werkzeug **kürzer** ist als das NULL-Werkzeug. Ist das Werkzeug länger als das Nullwerkzeug, so muß ein positiver Eintrag im Werkzeugkorrekturspeicher erfolgen.

18.1 Hinterlegen der Korrekturwerte

Die gesamte Verwaltung des Werkzeugspeichers erfolgt mit dem Menüpunkt "WERKZEUG". Komfortabel werden die Daten des Werkzeuges wie im folgenden Beispiel hinterlegt:



>>> WERKZEUGKORREKTUR-SPEICHER <<< Exit=F10

	RADIUS	LÄNGE +/-	BEZEICHNUNG
NULLWERKZEUG	2.00	0.00	NULLwerkzeug
Werkzeug # 1	2.00	0.00	Fräser #1
Werkzeug # 2	3.50	5.00	Fräser #2
Werkzeug # 3	5.00	-12.00	Bohrer
Werkzeug # 18	0.00	0.00	
Werkzeug # 19	5.50	-3.80	Bohrer
Werkzeug # 20	8.00	2.00	Schruppfräser

Die Steuerung berechnet anhand dieser Angaben den jeweils benötigten Korrekturfaktor automatisch. Die Größe des Werkzeugspeichers ist in Schritten von 25 Einträgen beliebig erweiterbar. Eine Archivierung auf das jeweils zu bearbeitende Werkstück ist damit bequem zu realisieren.

Achtung! Die Werkzeuglängenkorrektur wird erst bei der 1. Positionierung in der Werkzeuglängachse vorgenommen.

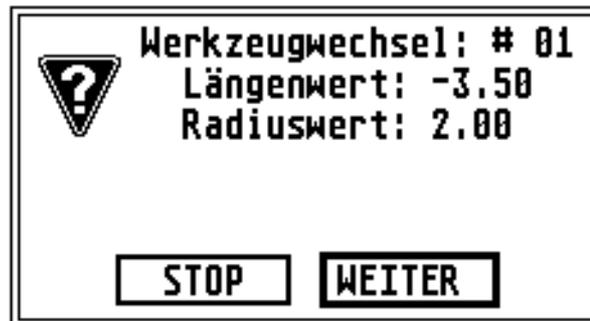
Hinweis: An jedem Programmanfang sollte eine Positionierung in der entsprechenden Achse mit dem gewünschten Werkzeug programmiert sein. Dies gilt auch nach jedem Werkzeugwechsel. Werden Werkzeuge aufgerufen, die nicht gespeichert sind, entstehen bei der Bearbeitung gravierende Fehler.

18.2 Werkzeugwechsel

Die SHD-Steuerung führt einen Werkzeugwechsel durch Anfahren eines **Wechselpunktes** durch. Die Position wird mit Hilfe des Menüpunktes "NULLPUNKTE" & "**Werkzeug-Wechselpunkt**" festgelegt.

Programmanweisung: **M06 T..**

Nach Anfahren des Werkzeugwechselpunktes erscheint folgende Dialogbox:



In der Dialogbox wird die Werkzeugnummer mit dem dazugehörigen Längenwert und Radius angezeigt. Optional kann das Programm durch Anklicken des "STOP"-Feldes gestoppt werden. Nach erfolgten Werkzeugwechsel wird durch Anklicken des "WEITER"-Feldes die weitere Abarbeitung des Programmes eingeleitet.

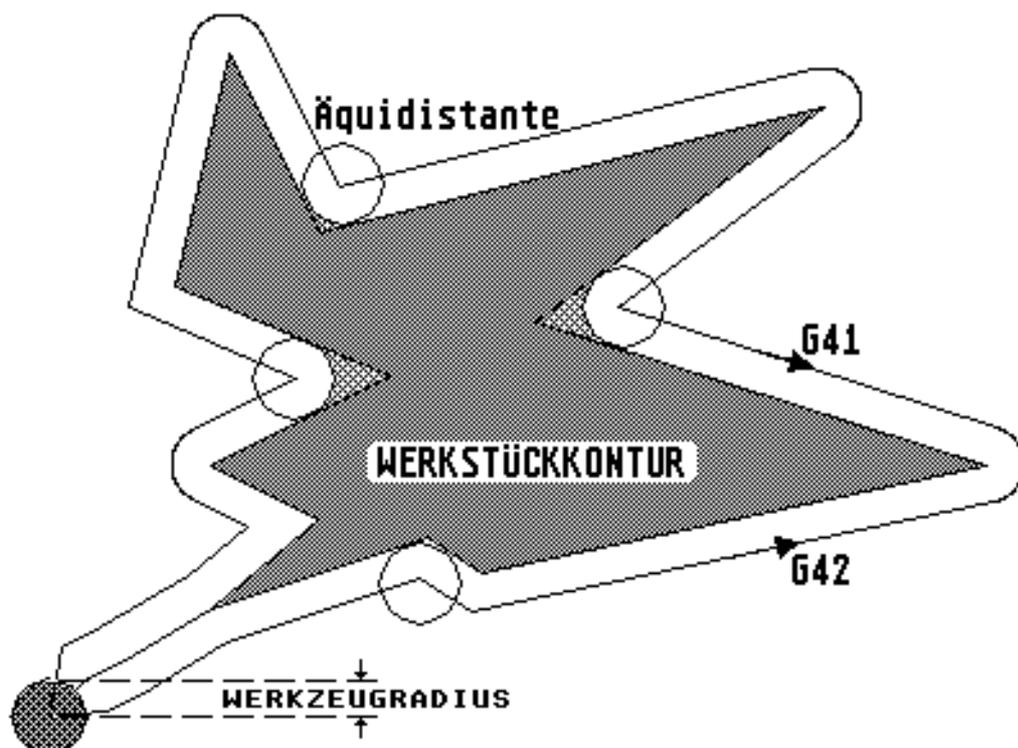
Hinweise:

- Das Anfahren des Wechselpunktes erfolgt immer unter Berücksichtigung der Z-Achsenposition.
- Ein Werkzeugwechsel ohne Angabe der Werkzeugnummer hat zur Folge, daß mit einem Längenwert und Radius von 0.0mm weitergearbeitet wird.
- Eine alleinige Programmierung des Werkzeuges mit der Adresse T veranlaßt die Steuerung ab dem nächsten Satz mit den werkzeugspezifischen Daten weiterzuarbeiten.

19 Werkzeugradiuskorrektur

19.1 Allgemein:

Folgendes Beispiel zeigt die Bahn des Werkzeugmittelpunktes. Sie verläuft parallel zur Werkstückkontur, um den Werkzeugradius versetzt (Äquidistante). Dieser Abstand zwischen Werkzeugmittelpunktsbahn und Werkstückkontur wird von der Steuerung automatisch berücksichtigt.



19.2 Festlegung:

G40 Werkzeugbahnkorrektur löschen.

G41 Werkzeugbahnkorrektur **links**:

Das Werkzeug befindet sich vom Werkstück aus in Werkzeugvorschubrichtung gesehen links vom Werkstück.

G42 Werkzeugbahnkorrektur **rechts**:

Das Werkzeug befindet sich vom Werkstück aus in Werkzeugvorschubrichtung gesehen rechts vom Werkstück.

Programmierbeispiel 1

```
%10  
/ Quellenprogramm zu Werkzeugradiuskorrektur Beispiel 1  
N10 T01 G54 G90
```

N20	G00	X=10.0	Y=10.0		
N30	Z=-3.0				
N40	G41	G01	X=12.0	Y=11.0	F=200
N50	X=17.0	Y=14.0			
N60	X=23.0	Y=19.0			
N70	X=17.0	Y=22.0			
N80	X=27.0	Y=27.0			
N90	X=15.0	Y=32.0			
N100	X=18.0	Y=45.0			
N110	X=23.0	Y=35.0			
N120	X=51.0	Y=42.0			
N130	X=35.0	Y=30.0			
N140	X=60.0	Y=22.0			
N150	X=32.0	Y=16.0			
N160	X=29.0	Y=18.0			
N170	X=17.0	Y=14.0			
N180	X=12.0	Y=11.0			
N190	G40	G01	X=10.0	Y=10.0	
N200	G00	Z=0.0			
N200	X=0.0	Y=0.0			
N210	M30				

Hinweise:

- In Zeile N40 erfolgt die Anwahl der Werkzeugradiuskorrektur mit dem Aufruf **G41**. Der Aufbau der Werkzeugradiuskorrektur erfolgt demzufolge von Punkt X=10.0/Y=10.0 zu Punkt X=12.0/Y=11.0
- In Zeile N190 erfolgt die Abwahl der Werkzeugradiuskorrektur mit dem Aufruf **G40**. Der Abbau der Werkzeugradiuskorrektur erfolgt demzufolge von Punkt X=12.0/Y=11.0 zu Punkt X=10.0/Y=10.0 .
- Die Schreibweise kann dabei für Zeile N40 und N190 bei Bedarf wie folgt umgeändert werden:

N40	G01	G41	X=12.0	Y=11.0	F=200
N190	G01	G40	X=10.0	Y=10.0	

Achtung! Bei Anwahl und Abwahl der Werkzeugradiuskorrektur sollte immer eine Geradeninterpolation G00 oder G01 wirksam sein!

Bei falscher Programmierung erfolgt ein Programmstopp.

19.3 Möglichkeiten der Werkzeugradius-Bahnkorrektur

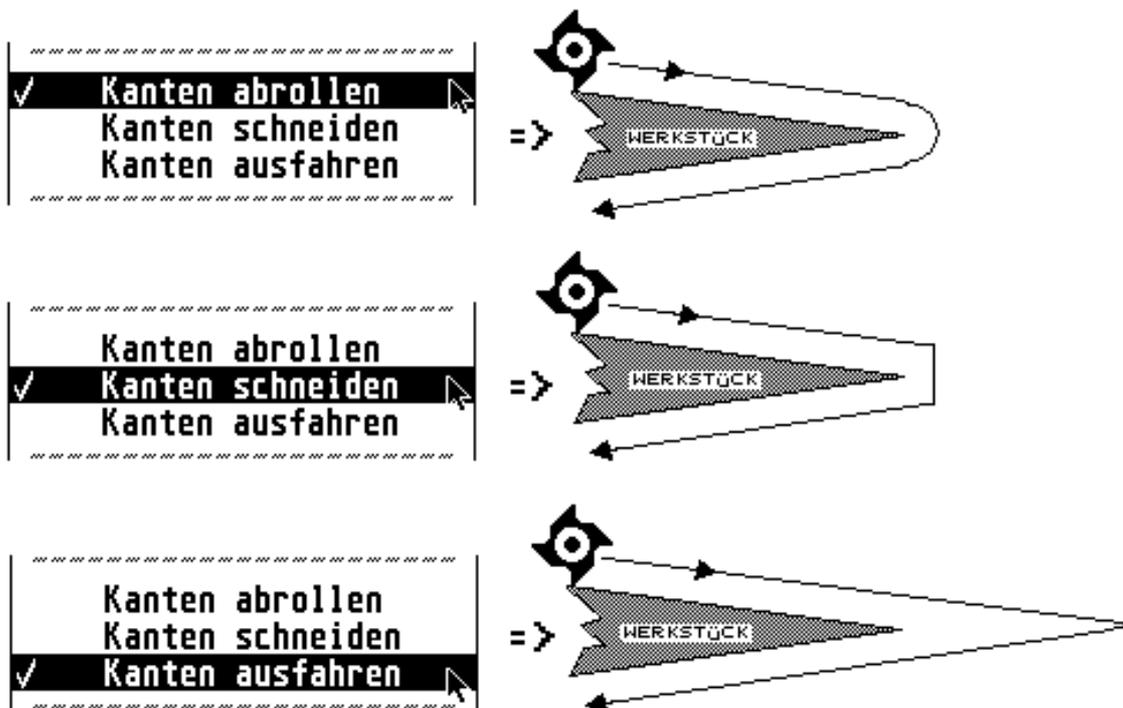
Im Beispiel 1 ist zu erkennen, daß bei Satznummer N70, N100, N120 und N140 die Steuerung automatisch einen Übergangskreis eingefügt hat, so daß sich der Fräser an diesen Punkten abwälzt.

Ist die programmierte Geschwindigkeit für einen bestimmten Übergangskreis zu hoch, wird der Fräser mit einer verminderten Bahngeschwindigkeit um diesen Punkt geführt.

Die SHD-CNC-Steuerung bietet drei verschiedene Möglichkeiten der Werkzeugradius-Bahnkorrektur bei Winkeln kleiner als 90°.

Die Auswahl erfolgt unter dem Menüpunkt "PARAMETER": Verschieben Sie die Maus, bis sich der Pfeil auf dem PARAMETER-Menü befindet und klicken Sie dann die gewünschte Bahnkorrekturart an.

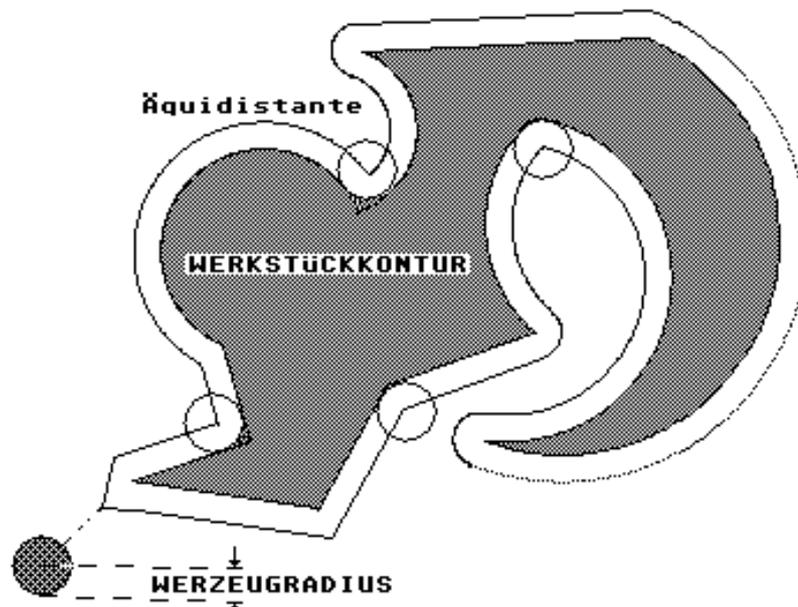
Folgende 3 Beispiele veranschaulichen die daraus entstehenden Werkzeugradiusbahnen:



Zu erkennen ist jetzt schon, daß sich bei CNC-Steuerungen mit Konturzugprogrammierung umfangreiche Hilfsberechnungen vermeiden.

Diesen Komfort wird man um so mehr schätzen, wenn es sich nicht nur um **Gerade-Gerade** Übergänge handelt.

Mit folgendem frei gewählten Beispiel 2 wollen wir Ihnen die Werkzeugradiuskorrektur bei Übergängen von **Gerade-Kreis-Gerade** darstellen.



Auch bei Übergängen von **Gerade-Kreis-Gerade** ermittelt die **SHD-CNC-Steuerung** die Schnittpunkte der konturparallelen Fräserbahn und führt den Fräser auf der eingezeichneten Bahn. Dadurch wird verhindert, daß an den jeweiligen Punkten eine Hinterschneidung der Kontur erfolgt; eine Beschädigung des Werkstückes wird somit verhindert.

Hinweis: Um Ihnen die Einarbeitung in dieses Gebiet zu erleichtern, steht ein zusätzliches grafisches Simulationsprogramm zur Verfügung. Das Programm **LKLSIMUL.PRG** befindet sich auf beigefügter Diskette und ermöglicht mit grafisch geführter Bedienungsoberfläche die Simulation von jeder nur erdenklichen Kombinationen der **Gerade-Kreis-Gerade** Werkzeugradiuskorrektur.

Programmierbeispiel 2

```
%11
/ Quellenprogramm zu Werkzeugradiuskorrektur Beispiel 2
N10      T01      G54      G90
N20      G00      X=11.0   Y=11.0
N30      Z=-3.0
N40      G41     G01      X=13.0   Y=13.0   F=200
N50      X=22.0  Y=16.0
N60      X=20.0  Y=23.0
N70      G02     X=30.0   Y=33.0   I=3.0    J=7.0
N80      G03     X=30.0   Y=45.0   I=-2.0   J=6.0
N90      G01     X=51.0   Y=46.0
N100     G02     X=39.0   Y=16.0   I=-6.0   J=-15.0
N110     G03     X=43.0   Y=40.0   I=2.0    J=12.0
```

N120	G03	X=43.0	Y=24.0	I=7.0	J=-8.0
N130	G01	X=32.0	Y=20.0		
N140		X=27.0	Y=11.0		
N150		X=13.0	Y=13.0		
N160	G40	X=11.0	Y=11.0		
N170	G00	Z=0.0			
N180		X=0.0	Y=0.0		
N190	M30				

Hinweis zu Programmierbeispiel 2:

- In Zeile N40 erfolgt die Anwahl der Werkzeugradiuskorrektur mit dem Aufruf **G41**. Der Aufbau der Werkzeugradiuskorrektur erfolgt demzufolge von Punkt X=11.0/Y=11.0 zu Punkt X=13.0/Y=13.0.
- In Zeile N160 erfolgt die Abwahl der Werkzeugradiuskorrektur mit dem Aufruf **G40**. Der Abbau der Werkzeugradiuskorrektur erfolgt demzufolge von Punkt X=13.0/Y=13.0 zu Punkt X=11.0/Y=11.0.

Werkzeugbahnkorrektur Zusammenfassung:

Mit der Werkzeugbahnkorrektur können fast alle sinnvoll erscheinenden Werkzeuge verwendet werden. Das aufgerufene Werkzeug folgt der Kontur auf einer um den Werkzeugradius versetzten Werkzeugbahn. Zur Berücksichtigung der Bahnkorrektur müssen der Steuerung nur folgende Informationen mitgeteilt werden:

- Befindet sich das Werkzeug **links** oder **rechts** neben der Kontur bezogen auf die Bearbeitungsrichtung ?
- Werkzeugbahnkorrektur Versatz nach links: G41
- Werkzeugbahnkorrektur Versatz nach rechts: G42
- Aufheben einer Werkzeugbahnkorrektur: G40
- Vor oder mit dem Aufruf der Werkzeugbahnkorrektur G41 oder G42 muß das gewünschte Werkzeug mit T.. programmiert werden.
- G40 ist immer Einschaltzustand.

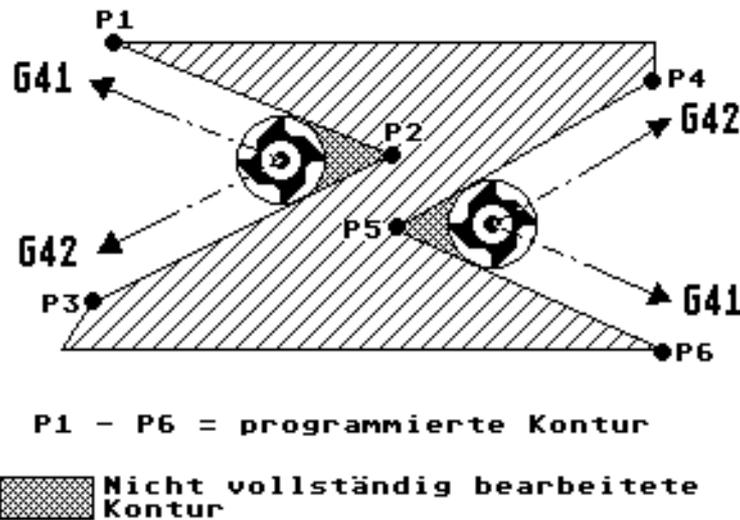
19.4 Sonderfälle der Werkzeugbahnkorrektur

Ist die Werkzeugbahnkorrektur einmal aufgerufen, berücksichtigt die **SHD**-Steuerung bei der Positionierung des Werkstückmittelpunktes die **nachfolgende** Bewegung. Dabei folgt die Steuerung **immer** folgendem Grundsatz:

Jede Verfahrbewegung wird als Kontur angesehen, die nicht verletzt werden darf.

Dies ist der Grund, daß die Kontur nicht immer vollständig bearbeitet werden kann.

Das Ergebnis zeigt folgendes Bild:



Es ist daher folgendes zu beachten:

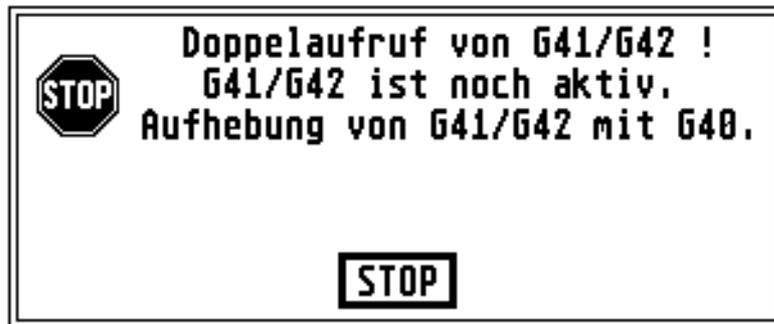
- Bei einem Anfahr- oder Abfahrwinkel **kleiner 180°** wird die programmierte Kontur **nicht** vollständig bearbeitet
- Ist der Anfahr- oder Abfahrwinkel **gleich oder größer 180°**, wird die Kontur ohne zusätzliche Programmschritte immer vollständig abgearbeitet.
- Manchmal ist es sinnvoll, eine Hilfskontur zu programmieren, um so eine vollständige Bearbeitung sicherzustellen.
- Eine weitere Möglichkeit zur Sicherstellung einer vollständigen Abarbeitung kann man oft dadurch erreichen, daß man die Werkzeugbahnkorrektur erst in dem Satz aktiviert, in dem der Startpunkt der Kontur angefahren wird. Beim Wegfahren vom Endpunkt sollte man ebenso verfahren, so daß man in diesem Satz mit einem G40 Aufruf die Korrektur wieder aufhebt.

19.5 Fehlerbehandlung bei Werkzeugbahnkorrektur

Alle Programmierfehler werden bei der **SHD**-Steuerung mit einer Dialogbox und Fehlermeldung im Klartext behandelt.

Achtung! Alle Programmierfehler haben einen unmittelbaren Programmstopp mit Ausschaltung der Hauptspindel und des Kühlmittelantriebes zur Folge.

Typische Fehlermeldung bei Doppelaufruf von G41/G42:



Typische Fehlermeldung bei Aufbau oder Abbau der Werkzeugradiuskorrektur:



19.6 Negativer & Positiver Fräserversatz

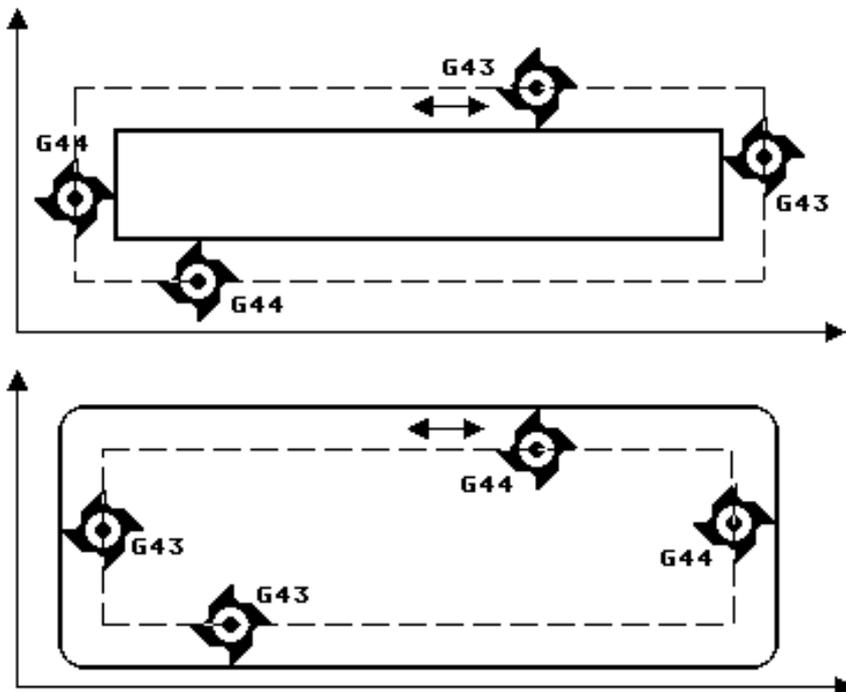
Ähnlich wie die bereits besprochene Werkzeugbahnkorrektur arbeitet der positive und negative Fräserversatz.

Positiver Fräserversatz : G43

Negativer Fräserversatz : G44

Achtung! Beide Anweisungen sind nur satzweise wirksam.

Die Wirkungsweise beider Anweisungen beim Innen- und Außenfräsen veranschaulicht folgendes Bild:



Hinweis: Diese relativ selten benutzten Anweisungen finden eigentlich einen Einsatz nur noch bei einer achsenparallelen Bearbeitung. Die Implementierung dieser beiden Anweisungen ist somit nur überwiegend historisch begründet.

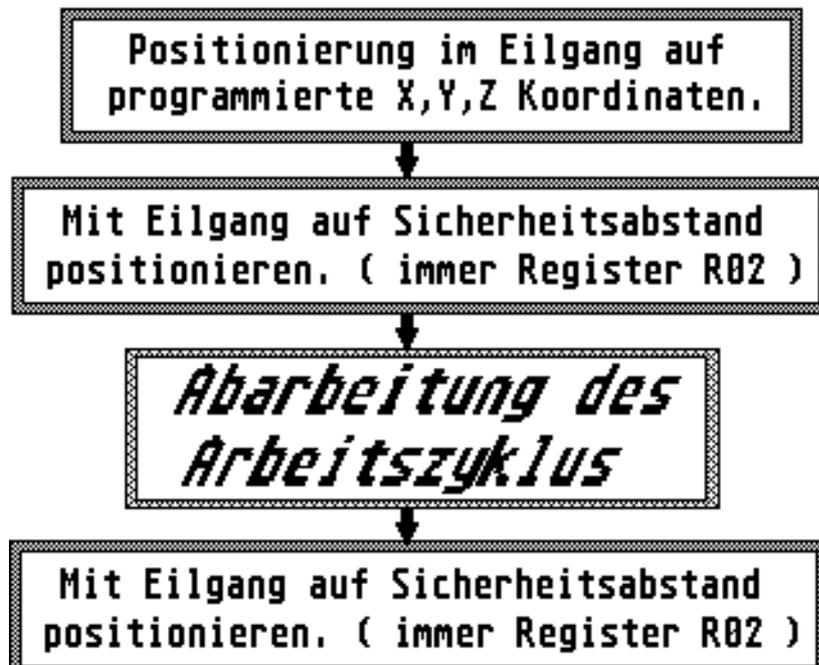
20 Bearbeitungszyklen

Moderne CNC-Steuerungen verfügen über eine Reihe von **fest programmierten Bewegungsabläufen**, welche in der Praxis immer wieder vorkommen und normalerweise mit mehreren Sätzen zu programmieren sind. Zur Programmierungserleichterung sind diese Zyklen als eine Art Unterprogramm in der Steuerung gespeichert und werden bei Bedarf mit **einem** Satz aufgerufen. Der Programmierer muß nur noch die nötigen Parameter an die entsprechenden Bearbeitungszyklen übergeben, wie z.B. Bohrtiefe oder Zustellung. Die **SHD-CNC**-Steuerung hat dafür die Register R00 bis R10 reserviert. Alle Arbeitszyklen G81-G89 und G75-G77 sind selbsthaltend!

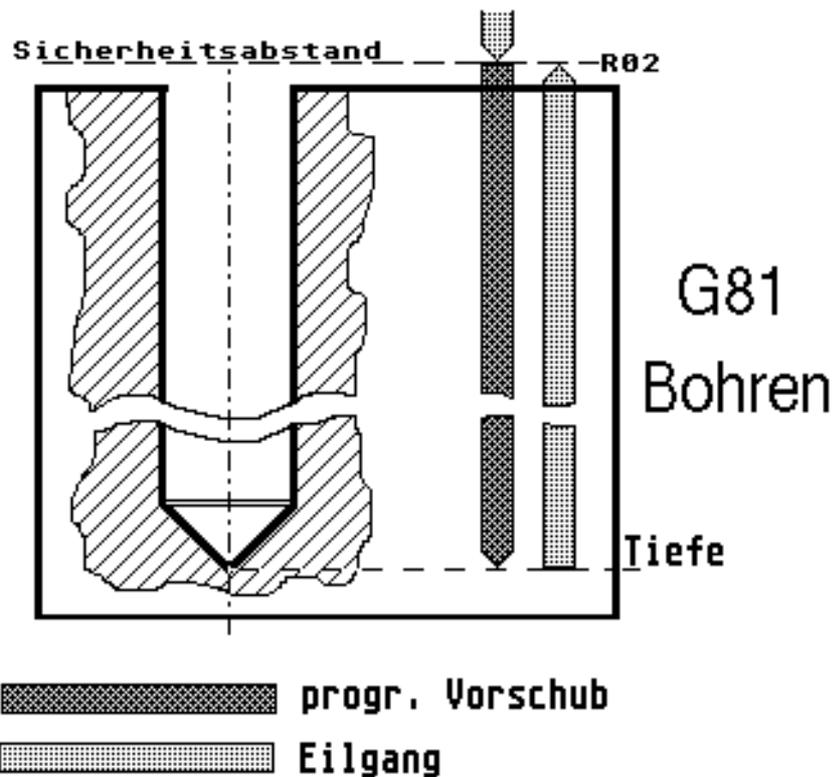
Implementierte Arbeitszyklen Fräsen:

- G75 = Lochkreisbohren
- G77 = 2D Spline Interpolation
- G80 = Aufheben Arbeitszyklus
- G81 = Bohren
- G82 = Bohren mit Verweilzeit
- G83 = Tieflochbohren mit Rückzug
- G85 = Reiben (Rücklauf im Vorschub)
- G86 = Ausdrehen
- G87 = Rechtecktasche
- G88 = Nutenfräsen
- G89 = Kreistaschenfräsen

Allgemeiner Ablauf der Arbeitszyklen



20.1 Bohren G81 und Bohren mit Verweilzeit G82



- Ablauf:**
- Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand
 - Bohren auf Tiefe - Verweilzeit bei G82
 - Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand

Parameter:

- R02** = Sicherheitsabstand
- R03** = Bohrtiefe
- R04** = Vorschub (mm/min)
- G82 R06** = Verweilzeit

Beispiel Programm: (2 Löcher bohren mit G81 und G82)

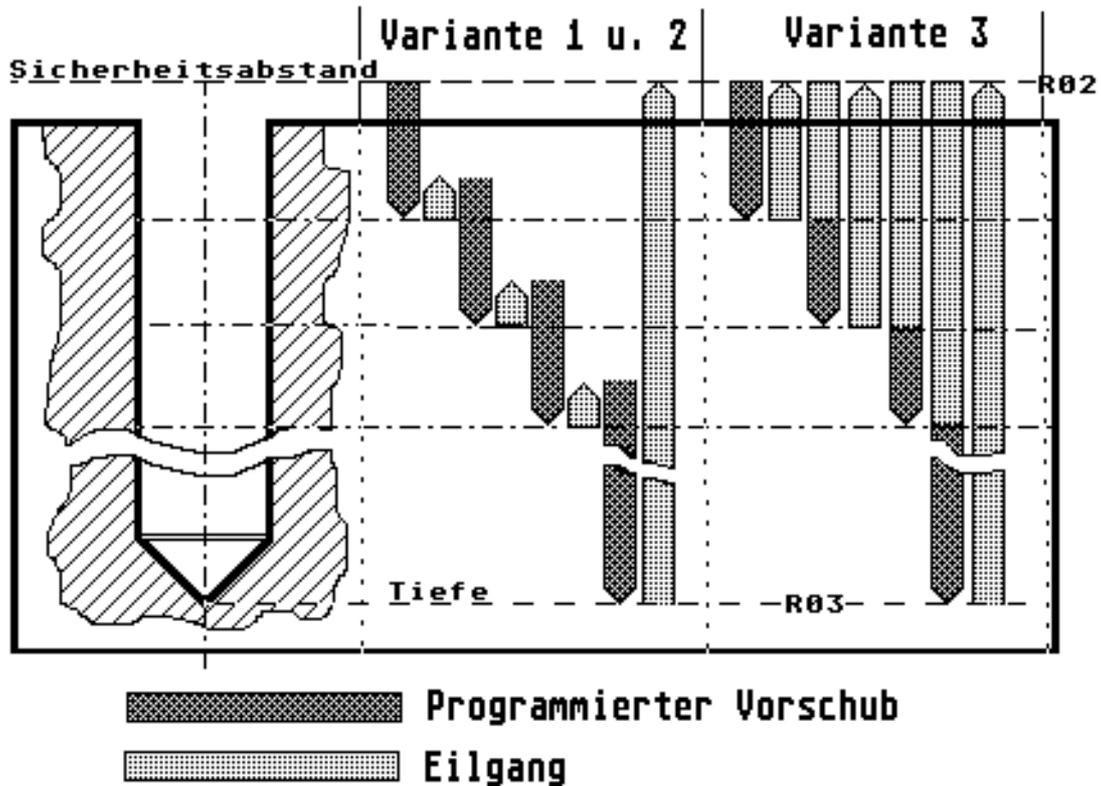
```

N10    G40    T01    G54    G90
N20    R02=-2.0    (Sicherheitsabstand bei -2.0 mm)
N30    R03=-12.0    (Bohrtiefe = -12.0 mm)
N40    R04=250    (Vorschub f. Bohren = 250 mm/min)
N50    R06=2.0    (Verweilzeit = 2.0 sec)
N60    G00    X=5.0    Y=5.0    Z=2.0
/ Bohren - G81:
N70    G81    X=10.0    Y=10.0
/ Bohren mit Verweilzeit - G82:
N80    G82    X=15.0    Y=15.0
/ Abwahl Arbeitszyklen
N90    G80
    
```

N100 G00 X=0.0 Y=0.0 Z=0.0
 N110 M30

20.2 Tiefbohren G83

Veranschaulichung:



Ablauf: Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand

Variante 1 und 2	Variante 3
1) Bohren auf Zustelltiefe	1) Bohren auf Zustelltiefe
2) - Kurzer Rückzug im Eilgang (Variante 1 = 0.4 mm) - Kurzer Rückzug um Zustelltiefe (Variante 2)	2) Mit Eilgang zurück auf Sicherheitsabstand, zustellen auf Zustelltiefe abzüglich Sicherheitsabstand.
3) Verweilzeit ausführen wenn programmiert	3) Verweilzeit ausführen wenn programmiert.
4) Wiederholung der Punkte 1 und 2, bis Bohrtiefe erreicht ist.	4) Wiederholung der Punkte 1 und 2, bis Bohrtiefe erreicht ist.
5) Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand	5) Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand

Parameter: **R00** = Betriebsmode zur Spanbrechung
R00 = 0 : Zurück auf Sicherheitsabstand (Variante 3)
R00 = -1 : Zurück um Zustelltiefe (Variante 2)
R00 = -2 : Zurück um 0.4mm (Variante 1)
R01 = Zustelltiefe
R02 = Sicherheitsabstand

R03 = Bohrtiefe
R04 = Vorschub (mm/min)
R06 = Verweilzeit

Beispiel Programm: (2 Löcher mit G83 bohren)

```

%123
N10    G40    T02      G54      G90
N20    R01=-1.0      (Zustelltiefe = -1.0mm)
N30    R02=-2.0      (Sicherheitsabstand bei -2.0mm)
N40    R03=-22.0     (Bohrtiefe = -22.0 mm)
N50    R04=200       (Vorschub f. Tiefbohren)
N60    G00    X=5.0    Y=5.0    Z=2.0
/ Tiefbohren - G83 Variante 1
N70    G83    X=20.0   Y=20.0   R00=-2   R06=0.0
/ Tiefbohren - G83 Variante 2
N80    G83    X=15.0   Y=15.0   R00=-1
/ Abwahl Arbeitszyklen
N90    G80
N100   G00    X=0.0    Y=0.0    Z=0.0
N110   M30
  
```

Obiges Beispiel kann mit allen möglichen Variationen programmiert werden.

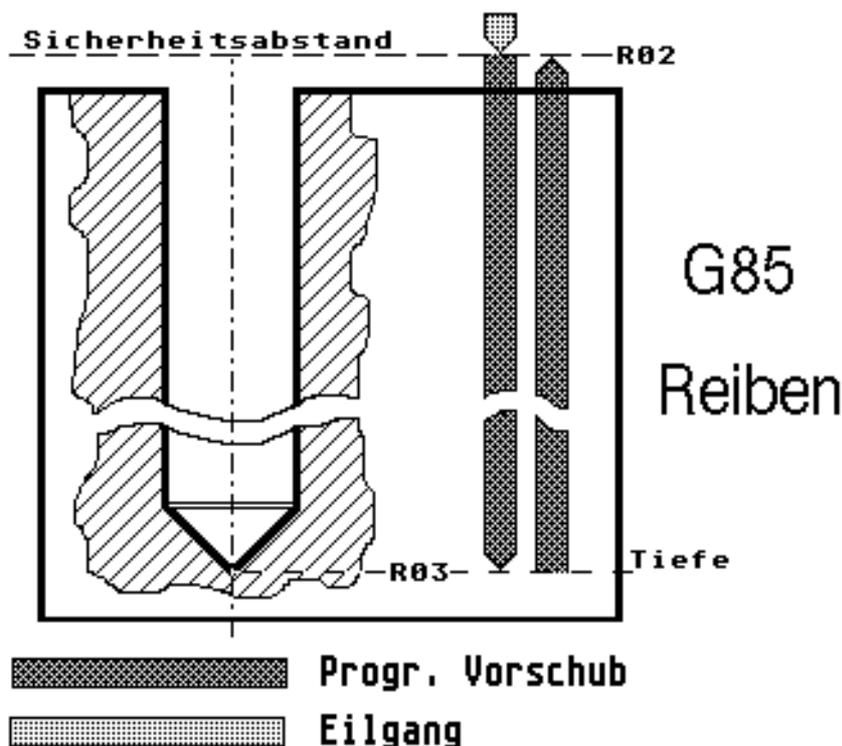
Hinweis: Falls die Programmierung mit Sicherheitsabstand unerwünscht ist, so könnte man sich wie folgt sehr leicht helfen: (Referenz = obiges Beispiel)

```

.
.
N30    R02=-2.0      (Sicherheitsabstand bei -0.2mm)
.
N70    G83    X=20.0   Y=20.0   Z=R02   R00=-2   R06=0.0
N80    G83    X=15.0   Y=20.0   Z=R02   R00=-1
.
  
```

In diesem Fall wird veranlaßt, daß die Z-Position gleich dem Sicherheitsabstand ist und sofort angefahren wird.

20.3 Reiben G85



- Ablauf:**
- Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand
 - Mit programmiertem Vorschub auf Tiefe
 - Verweilzeit ausführen wenn programmiert
 - Rückzug mit programmiertem Vorschub auf Sicherheitsabstand.

Parameter:

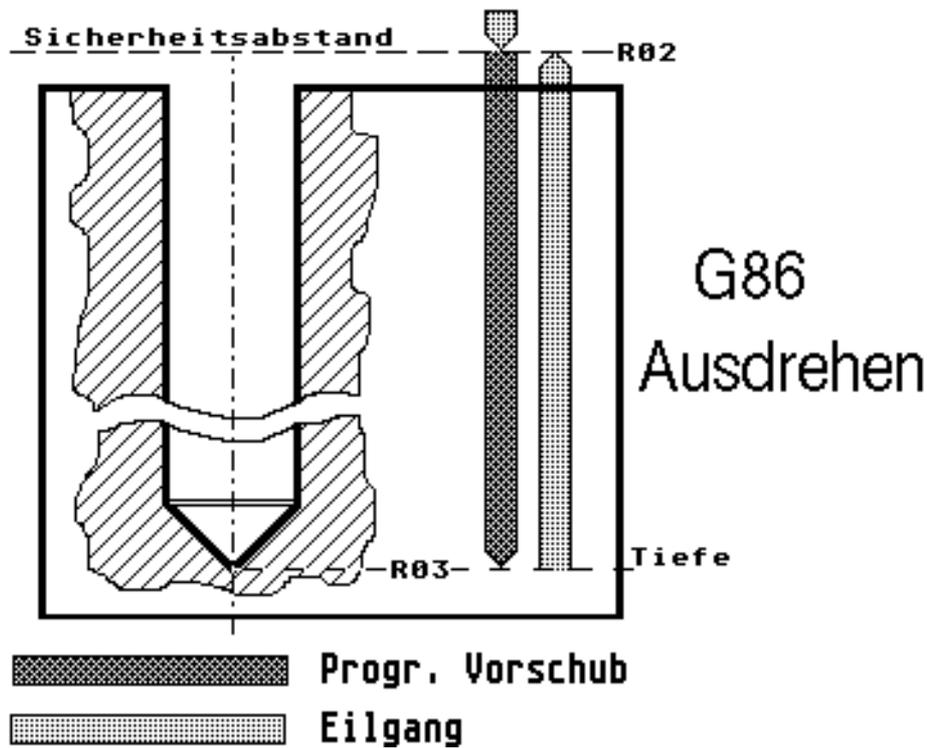
- R02** = Sicherheitsabstand
- R03** = Reibtiefe
- R04** = Vorschub (mm/min)
- R06** = Verweilzeit

Beispiel Programm:

```

.
N10    G40    T01    G54    G90
N20    R02=-2.0    (Sicherheitsabstand bei -2.0 mm)
N30    R03=-10.0    (Reibtiefe = -10.0 mm)
N40    R04=300    (Vorschub f. Reiben = 300 mm/min)
N50    G00    X=5.0    Y=5.0    Z=1.0
/ Reiben ohne Verweilzeit
N60    G85    X=17.0    Y=18.0    R06=0.0
/ Reiben mit 5 sec. Verweilzeit
N70    G85    X=25.0    Y=25.0    R06=5.0
/ Abwahl Arbeitszyklen
N80    G80
N90    G00    X=0.0    Y=0.0    Z=0.0
N100   M30
    
```

20.4 Ausdrehen G86



Ablauf:

- Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand
- Mit programmiertem Vorschub auf Tiefe
- Verweilzeit, falls programmiert - Spindelstop
- Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand
- Spindelstart

Parameter:

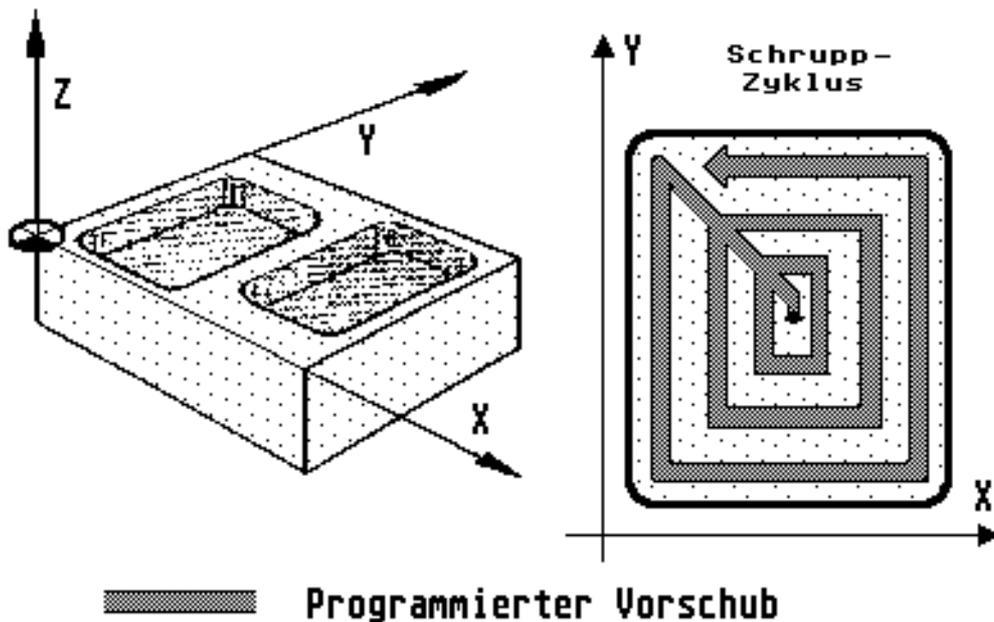
- R02** = Sicherheitsabstand
- R03** = Ausdrehen - Tiefe
- R04** = Vorschub (mm/min)
- R06** = Verweilzeit

Beispiel Programm:

```

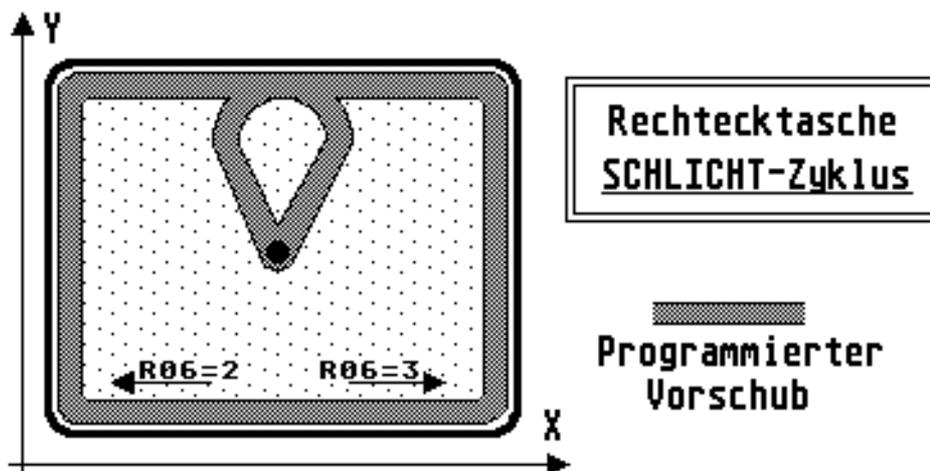
.
N10    G40    T01        G54        G90
N20    R02=-2.0                (Sicherheitsabstand bei -2.0 mm)
N30    R03=-11.0              (Ausdrehen - Tiefe = -11.0 mm)
N40    R04=300                (Vorschub f. Reiben = 300 mm/min)
N50    G00    X=5.0        Y=5.0        Z=1.0
/ Ausdrehen ohne Verweilzeit
N60    G86    X=17.0        Y=18.0        R06=0.0
/ Ausdrehen mit 3 sec. Verweilzeit
N70    G86    X=25.0        Y=25.0        R06=3.0
/ Abwahl Arbeitszyklen
N80    G80
N90    G00    X=0.0        Y=0.0        Z=0.0
N100   M30
  
```

20.5 Rechtecktasche G87



- Ablauf:**
- 1) Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand und Taschenmitte.
 - 2) Mit programmiertem Vorschub eintauchen um Zustelltiefe.
 - 3) Rechtecktasche bei Schrupp-Zyklus nach obigem Beispiel ausarbeiten oder Rechtecktasche nach unterem Beispiel abfahren.
 - 4) Zurückfahren zur Taschenmitte.
 - 5) Punkt 2 bis 4 wiederholen bis Taschentiefe erreicht ist.
 - 6) Im Eilgang zurück auf Sicherheitsabstand.

Folgendes Beispiel Veranschaulicht den Mode **Schlichten** bei G87.



Parameter : **R00** = Bearbeitungsart :

R00 = -1 : Mode = **Schlichten**

R00 = 1 bis 100 : Mode = **Schruppen**
 = Prozentualer Wert für Zustellung, bezogen auf den Fräser-Durchmesser.

R01 = Zustelltiefe
R02 = Sicherheitsabstand
R03 = Taschentiefe
R04 = Vorschubtiefe (mm/min)
R05 = Vorschubtasche (mm/min)
R06 = Fräsrichtung:
 2 = Im Uhrzeigersinn
 3 = Im Gegenuhrzeigersinn
R07 = Taschengröße X
R08 = Taschengröße Y

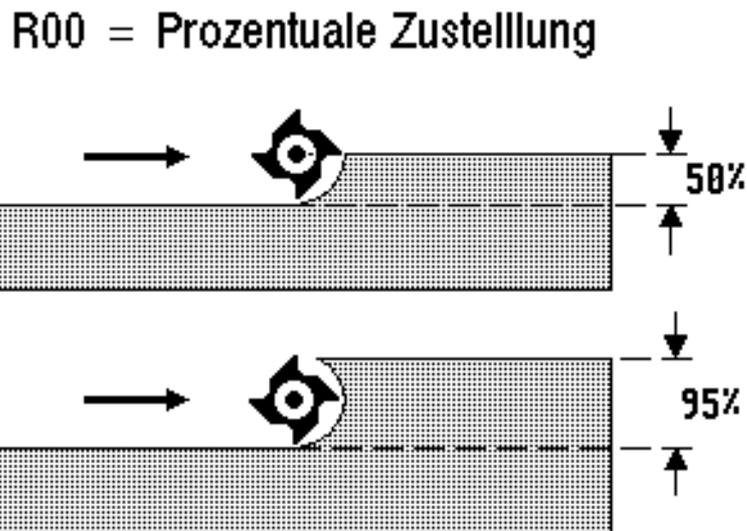
Beispiel Programm: (2 Rechtecktaschen fräsen, Mode: Schruppen.
 Werkzeugwechsel Nr 2 = Schlichtfräser.
 2. Rechtecktasche im Schlichtzyklus bearbeiten.)

```

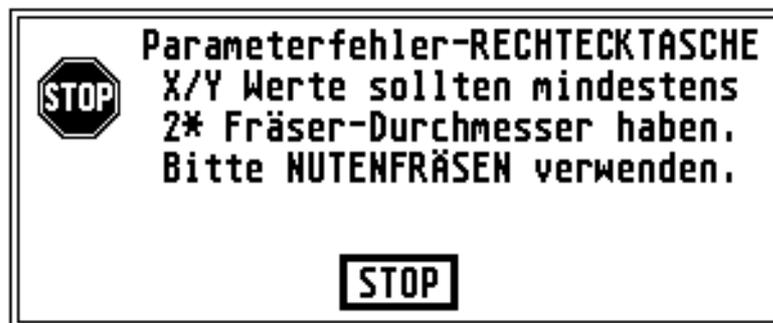
.
N10    G40    T01    G54    G90
/
N20    R00=50                                (Zustellung = 50% v. Durchmesser)
N30    R01=-2                                (Zustelltiefe = -2.0 mm)
N40    R02=-2.0                              (Sicherheitsabstand bei -2.0 mm)
N50    R03=-12.0                             (Rechtecktasche-Tiefe = -12.0 mm)
N60    R04=300                               (Vorschubtiefe = 300 mm/min)
N70    R05=500                               (Vorschubtasche = 500 mm/min)
/
N80    G00    X=5.0    Y=5.0    Z=1.0
/
/ Rechtecktasche #1 : Schruppen, Im Uhzeigersinn,
/   31mm x 29mm x -12mm
N90    G87    X=25.0    Y=50.0    Z=-1.0    R06=2    R07=31.0
        R08=29.0
/
N100   R00=40                                (Zustellung nun auf 40%)
/ Rechtecktasche #2 : Schruppen, Im Gegenuhrzeigersinn
/   28mm x 25mm x -12mm
N110   G87    X=20.0    Y=25.0    Z=-1    R06=3    R07=25.0
        R08=25.0
/
N120 M06 T02 (Werkzeugwechsel für Schlichten) / Rechtecktasche #2 : Schlichten
mit Werkzeug #2
N130   G87    X=20.0    Y=25.0    Z=-1    R00=-1
/
/ Abwahl Arbeitszyklen
N140   G80
N150   G00    X=0.0    Y=0.0    Z=0.0
N160   M30
  
```

Hinweis: Um eine optimale Anpassung an das zu bearbeitende Material und das eingesetzte Werkzeug immer sicherzustellen, kann mit dem Register R00 im Schrupp-Zyklus eine prozentuale Zustellung bezogen auf den Fräserdurchmesser programmiert werden.

Diesen Sachverhalt veranschaulicht folgendes Bild:

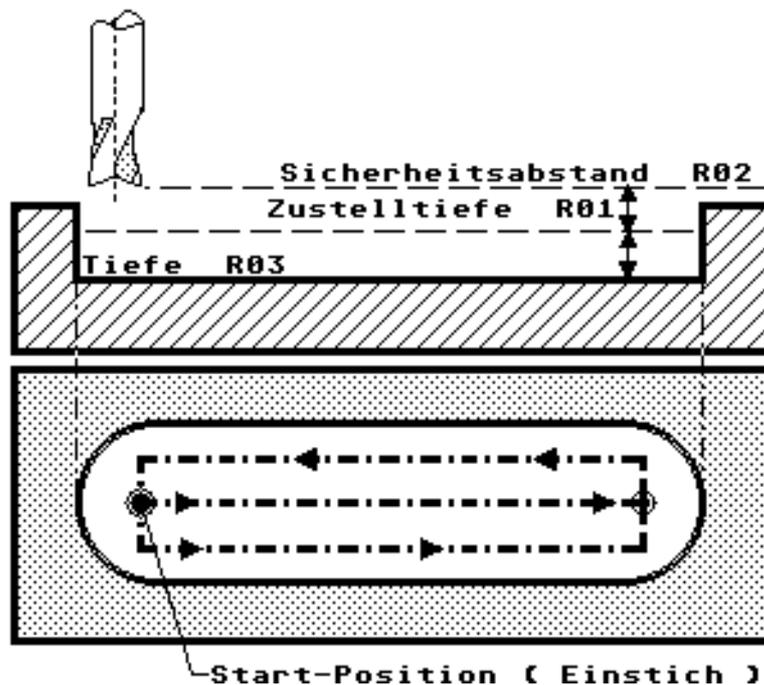


Fehlermeldung bei G87:



In diesem Fall stoppt das Programm, weil die geometrischen Werte eine Bearbeitung der programmierten Rechtecktasche unmöglich machen. Bitte überprüfen Sie Ihr Programm und die eingetragenen Werte des Werkzeugspeichers. Sollte dies keine Abhilfe bringen, so können Sie die gewünschte Kontur im Mode G88 = Nutenfräsen bearbeiten. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte folgenden Seiten.

20.6 Nutenfräsen G88



- Ablauf:**
- 1) Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand über Einstichstelle der Nut (Start-Position)
 - 2) Mit programmiertem Vorschub eintauchen um Zustelltiefe
 - 3) Ausarbeitung der Nut nach obigem Beispiel.
 - 4) Punkt 2 und 3 wiederholen bis Nutentiefe erreicht ist.
 - 5) Im Eilgang zurück auf Sicherheitsabstand.

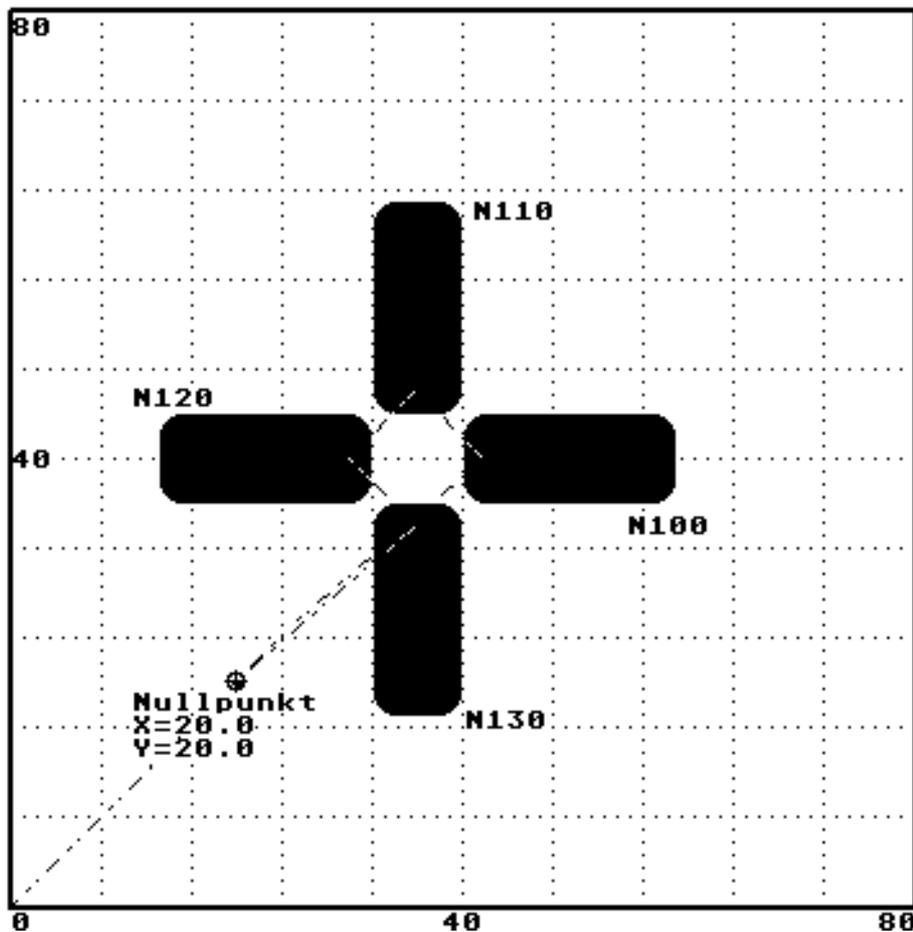
Parameter:

R01 = Zustelltiefe
R02 = Sicherheitsabstand
R03 = Nuttiefe
R04 = Vorschubtiefe (mm/min)
R05 = Vorschubnut (mm/min) **R06** = Fräsrichtung
 2 = Im Uhrzeigersinn
 3 = Im Gegenuhrzeigersinn **R07** = Nut-Größe X
R08 = Nutgröße Y

Die Richtung der Nut wird durch die Koordinaten des Einstichpunktes und den Größenverhältnissen von R07 und R08 bestimmt.

Nach Rechts:	Einstich links,	R07=+,	R08=+,	R07 größer R08
Nach Links:	Einstich rechts,	R07=-,	R08=+,	R07 = negativ
Nach Hinten:	Einstich Vorne,	R07=+,	R08=+,	R07 kleiner R08
Nach Vorne:	Einstich Hinten,	R07=+,	R08=-,	R08 = negativ

Folgendes Beispielprogramm mit grafischer Simulation zeigt, wie man eine Nut mit den Ausmaßen 15.0mm x 8.0mm in allen 4 Richtungen fräsen kann.



%123 Beispiel Nutenfräsen

```

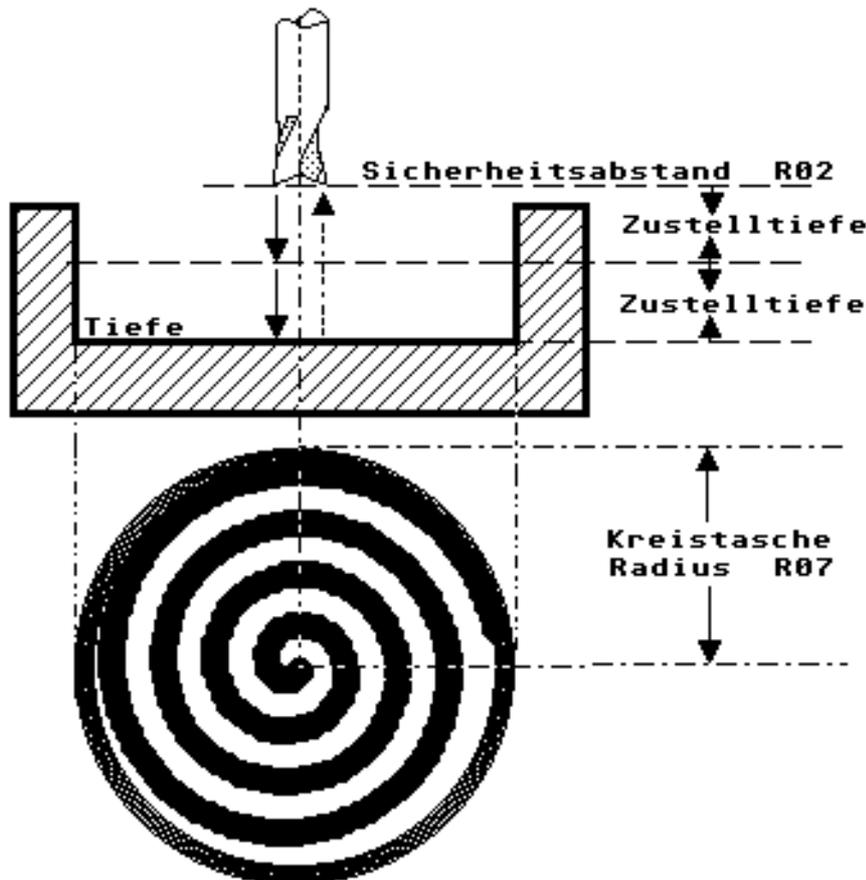
/
N10    G40    T01        G54        G90
N20    R01=-2.0                (Zustelltiefe = -2.0 mm)
N30    R02=-2.0                (Sicherheitsabstand bei -2.0 mm)
N40    R03=-6.0                (Tiefe Nut = -6.0 mm)
N50    R04=200                 (Vorschubtiefe = 200 mm/min)
N60    R05=250                 (Vorschubnut = 250 mm/min)
N70    R06=2                   (Im Uhrzeigersinn)
N80    G00    X=5.0    Y=5.0    Z=2.0
/
N100   G88    X=22.0    Y=20.0    Z=0.0    R07=+15.0    R08=+8.0
N110   G88    X=16.0    Y=26.0    Z=0.0    R07=+8.0    R08=+15.0
N120   G88    X=10.0    Y=20.0    Z=0.0    R07=-15.0    R08=+8.0
N130   G88    X=16.0    Y=14.0    Z=0.0    R07=+8.0    R08=-15.0
/
N150   G80    G00    X=0.0    Y=0.0    Z=0.0
N160   M30

```

20.7 Kreistasche G89

Der Arbeitszyklus Kreistasche kann - wie bei der Rechtecktasche - als Schruppzyklus oder Schlichtzyklus programmiert werden.

Folgendes Bild zeigt u.a. die Fräserbahn im Mode Schruppen.



- Ablauf:**
- 1) Mit Eilgang auf Sicherheitsabstand über Mittelpunkt der Kreistasche.
 - 2) Mit programmiertem Vorschub eintauchen um Zustelltiefe.
 - 3) Mode Schruppen: Spiralförmiges Ausarbeiten der Kreistasche wie im Bild eingezeichnet.
Mode Schlichten: Bogenförmiges Anfahren bis zum Kreistaschen-Außenpunkt.
Abfahren einer Vollkreisinterpolation mit bogenförmigem Austritt (90° mit Fräserradius).
 - 4) Punkt 2 und 3 wiederholen bis Kreistaschentiefe erreicht ist.
 - 5) Im Eilgang zurück auf Sicherheitsabstand.

Parameter: **R00** = Bearbeitungsart:
R00 = -1: Mode = **Schlichten**
R00 = 1 bis 100: Mode = **Schruppen**
= Prozentualer Wert für Zustellung bezogen auf den Fräser-Durchmesser.

R01 = Zustelltiefe
R02 = Sicherheitsabstand
R03 = Taschentiefe
R04 = Vorschubtiefe (mm/min)
R05 = Vorschubtasche (mm/min)
R06 = Fräsrichtung :
 2 = Im Uhrzeigersinn
 3 = Im Gegenuhrzeigersinn
R07 = Radius Kreistasche

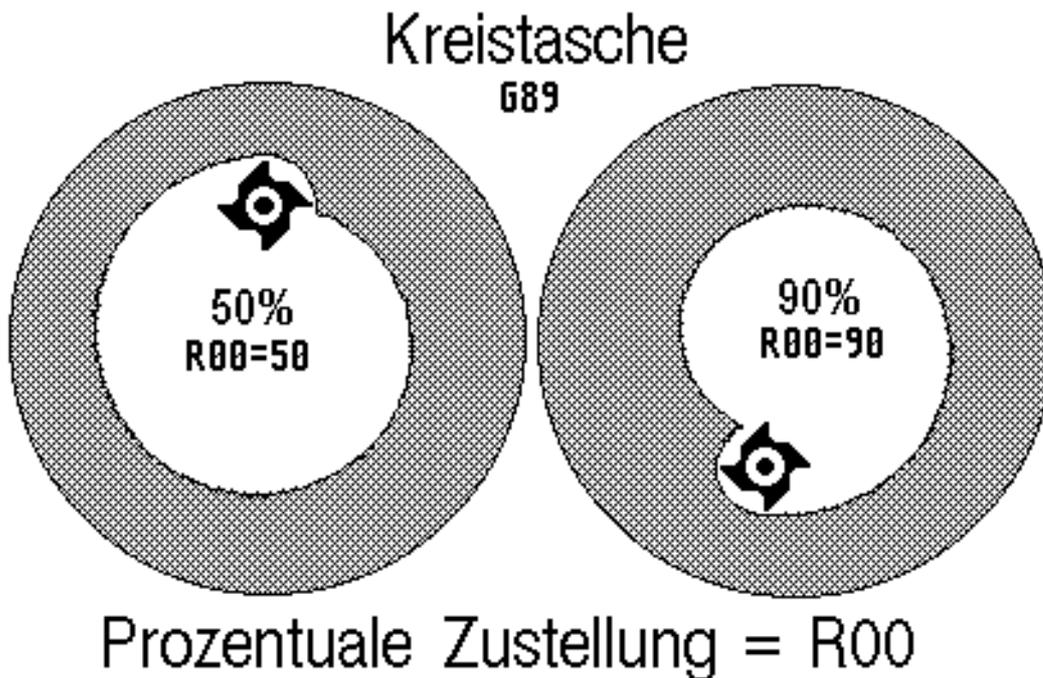
Beispiel Programm: 2 Kreistaschen fräsen, Mode = Schruppen.
 Werkzeugwechsel Nr. 2 = Schlichtfräser.
 Zweite Kreistasche im Schlichtzyklus bearbeiten.)

```

.
.
N10      G40    T01      G54      G90
/
N20      R00=60                                (Zustellung = 60% v. Durchmesser)
N30      R01=-2.0                              (Zustelltiefe =-2.0 mm)
N40      R02=-2.0                              (Sicherheitsabstand bei -2.0 mm)
N50      R03=-6.0                              (Kreistasche Tiefe = -6.0 mm)
N60      R04=250                               (Vorschubtiefe = 250 mm/min)
N70      R05=500                               (Vorschubtasche = 500 mm/min)
/
N80      G00=5.0Y=5.0    Z=1.0
/
/ Kreistasche #1 : Schruppen, im Uhrzeigersinn
/   Radius = 8.0mm
N90      G89    X=60.    Y=40.0    Z=0.0    R06=2    R07=8.0
/
/ Kreistasche #2 : Schruppen, im Gegenuhrzeigersinn
/   Radius = 12.0 mm
N100     G89    X=100.0  Y=80.0    Z=0.0    R06=3    R07=12
/
N110     M06    T02                                (Werkzeugwechsel für Schlichten)
/
/ Kreistasche #2 : Schlichten mit Werkzeug #2
N120     G88    X=100.0  Y=80.0    Z=0.0    R00=-1
/
/ Abwahl Arbeitszyklen
N130     G80
N140     G00    X=0.0    Y=0.0    Z=0.0
N150     M30
  
```

Hinweis G89: Wie bei dem Arbeitszyklus Rechtecktasche kann man auch hier mit dem Register R00 eine prozentuale Zustellung, bezogen auf den **Fräserdurchmesser** programmieren.

Folgendes Bild veranschaulicht diese Möglichkeit.



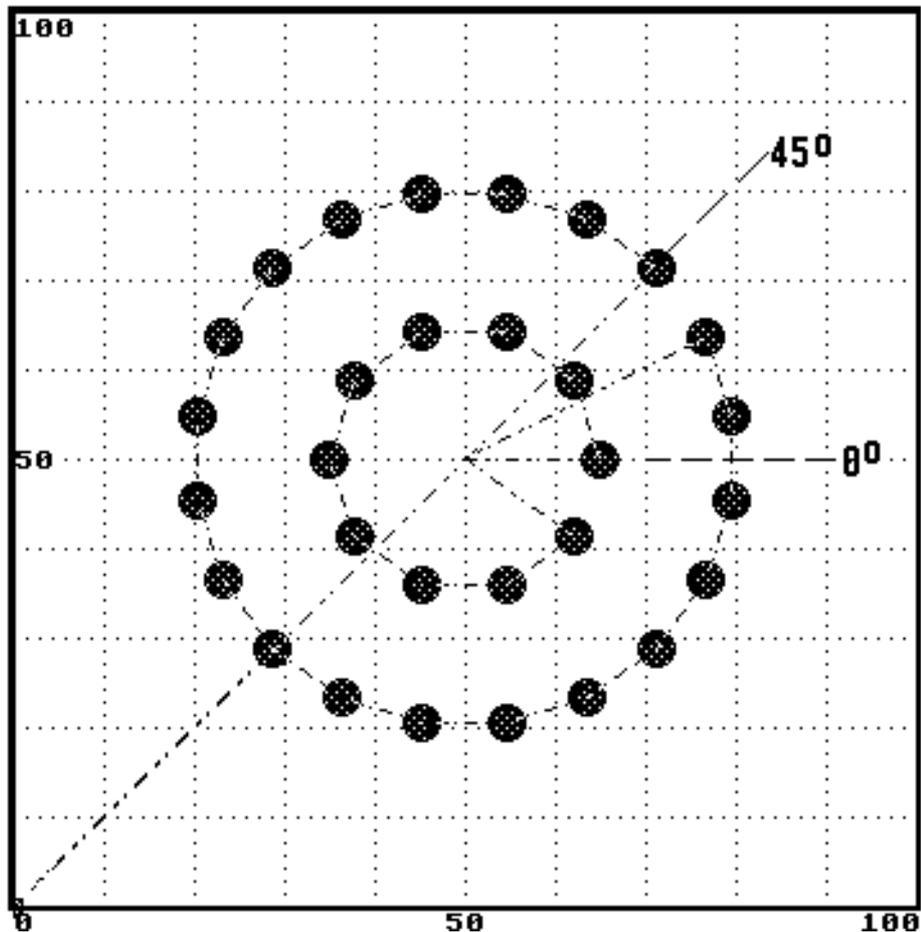
Fehlermeldung bei G89:



Diese Fehlermeldung hat einen unmittelbaren Programmstop zur Folge, weil die Steuerung mit den programmierten Koordinaten und Werkzeugparametern die Kreistascheninterpolation nicht ausführen kann. Bitte überprüfen Sie in diesem Fall Ihr Programm oder benützen Sie einen dünneren Fräser mit Hinterlegung im Werkzeugspeicher.

20.8 Lochkreisbohren G75

Dieser mächtige Arbeitszyklus ist fester Bestandteil der **SHD**-Steuerung und ermöglicht mit nur einem Aufruf das Ausarbeiten von beliebigen Lochkreisconturen wie z.B. im folgenden Beispiel.



- Ablauf:**
- 1) Werkzeug wird über dem ersten Bohrloch positioniert und Z-Achse wird auf Sicherheitsabstand positioniert.
 - 2) Ausführung der Bohrung.
Als Art der Bohrung kann zwischen einer G81, G82 oder G83 mit dementsprechendem Mode zum Spanbrechen gewählt werden.
 - 3) Im Eilgang zurück zum Sicherheitsabstand
 - 4) Das nächste Bohrloch wird automatisch positioniert.
 - 5) Punkt 2 und 3 wiederholen bis alle Bohrungen erledigt sind.
 - 6) Im Eilgang auf Sicherheitsabstand und Positionierung zurück zum ersten Bohrloch.

Parameter: **R00** = Nur wenn R09=83: R00 hat die gleiche Bedeutung wie beim Arbeitszyklus Tiefbohren.
R01 = Nur wenn R09=83: R00 = Zustelltiefe.
R02 = Sicherheitsabstand.
R03 = Bohrtiefe

R04 = Vorschub Bohren (mm/min)
R05 = Anzahl der Löcher.
R06 = Verweilzeit falls erforderlich.
R07 = Radius von Lochkreis.
R08 = Startpunkt, Angabe in Grad.
R09 = Gewünschte Bohrart: 81, 82 oder 83 ,

Beispiel Programm: (2x Lochkreisbohren mit Radius von 30 mm und 15 mm)

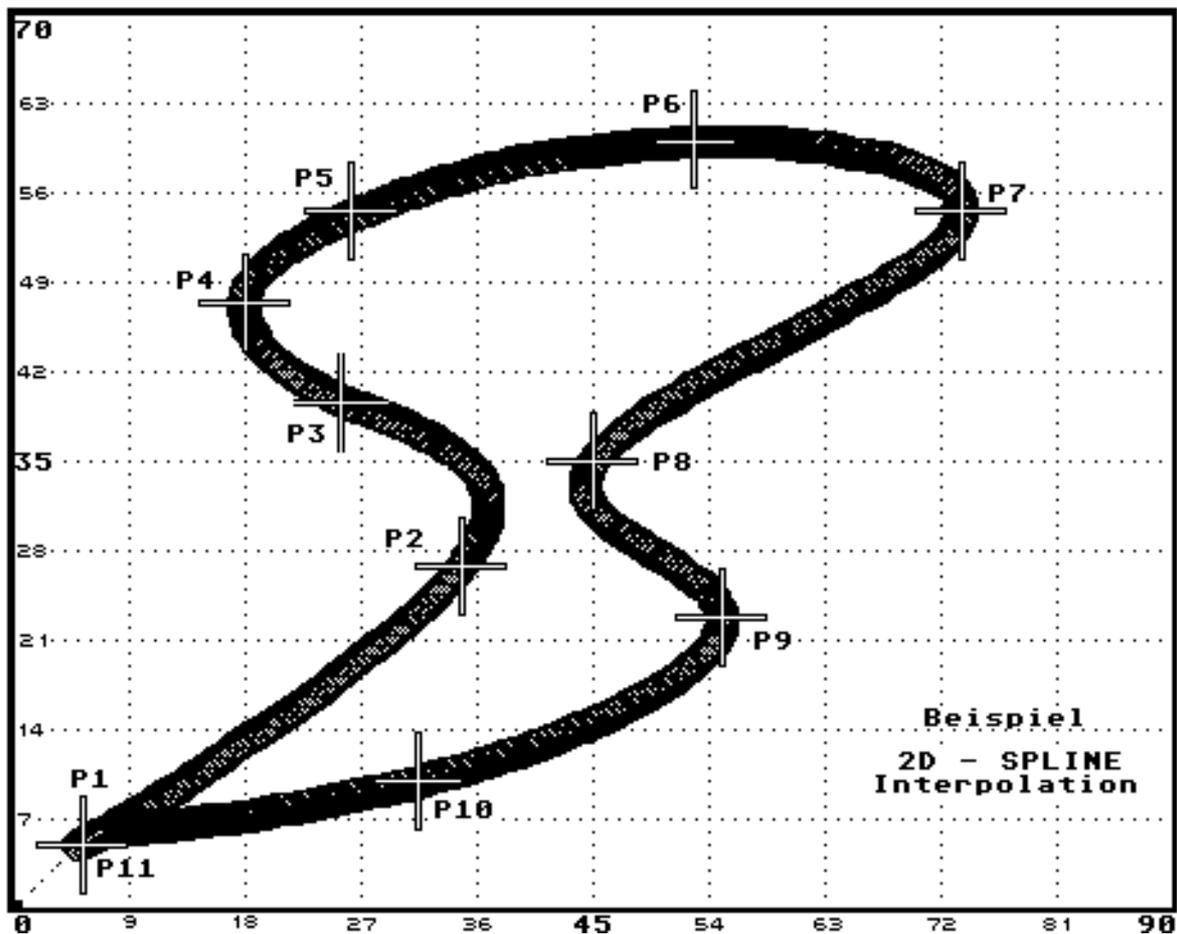
```

.
N10  G40  T01      G54      G90
/
N20  R00=-1                (Siehe Tiefbohren, Variante 2)
N30  R01=-1.0             (Zustelltiefe = -1.0 mm)
N40  R02=-2.0             (Sicherheitsabstand bei -2.0 mm)
N50  R03=-6.0             (Bohrtiefe = -6.0 mm)
N60  R04=100              (Vorschub Bohren = 100 mm/min)
N70  R05=20               (Anzahl der Löcher = 20)
N80  R06=0.0              (Keine Verweilzeit)
N90  R07=30.0             (Radius = 30.0 mm)
N100 R08=45                (Startpunkt erstes Loch bei 45°)
N110 R09=83                (Bohrart = Tiefbohren)
N120 G00  X=5.0  Y=5.0  Z=2.0
/
/Arbeitszyklus G75 aufrufen :
N130 G75  X=50.0  Y=50.0  Z=-1.0
/
/Jetzt mit 10 Löchern, Start bei 0°, Bohrmode = G81
N140 G75  X=50.0  Y=50.0  Z=-1.0  R05=10  R07=15  R08=0R  09=81
/
/ Arbeitszyklen Abwahl
N150 G80  G00      Z=0.0
N160 G00  X=0.0    Y=0.0
N170 M30
  
```

Hinweis: Obiges Beispiel entspricht der grafischen Simulation auf vorheriger Seite.

20.9 2D-SPLINE-Interpolation G77

Dieser mächtige Arbeitszyklus basiert auf einer kubischen Spline-Interpolation zur Berechnung von Polygonen dritten Grades. Um den gewünschten Bahnverlauf festzulegen, wird dieser anhand von wenigen Stützpunkten definiert. Ein typisches Beispiel einer Spline Interpolation zeigt folgendes Bild:



Um obige Kurve zu realisieren werden 11 Punkte mit folgenden Koordinaten einprogrammiert:

P1:	X = 7.0 mm	Y = 6.0 mm
P2:	X = 35.0 mm	Y = 27.0 mm
P3:	X = 25.0 mm	Y = 40.0 mm
P4:	X = 18.0 mm	Y = 48.0 mm
P5:	X = 28.0 mm	Y = 55.0 mm
P6:	X = 53.0 mm	Y = 60.0 mm
P7:	X = 73.0 mm	Y = 53.0 mm
P8:	X = 45.0 mm	Y = 35.0 mm
P9:	X = 55.0 mm	Y = 23.0 mm
P10:	X = 32.0 mm	Y = 10.0 mm
P11:	X = 7.0 mm	Y = 6.0 mm

Der geschwungene Bahnverlauf wird anhand dieser Stützpunkte automatisch berechnet und ausgeführt. Die Genauigkeit des Bahnverlaufs zwischen den Stützpunkten ist mit einem Parameter einstellbar und gewährleistet somit eine optimale Anpassung an die jeweils auftretenden Anforderungen.

- Ablauf:**
- 1) Werkzeug über Anfahrkoordinaten bewegen und Z-Achse auf Sicherheitsabstand positionieren.
 - 2) Koordinaten für Spline-Interpolation anhand der eingelesenen Stützpunkte berechnen.
 - 3) Z-Achse eintauchen mit programmiertem Vorschub und darauffolgender, kontinuierlicher Abarbeitung der Spline-Kurve.
 - 4) Anfahren des Ausfahrpunktes und Positionierung des Werkzeuges mit Z-Achse auf Sicherheitsabstand.

Parameter:

- R00** = 40 : Ohne Radiuskorrektur
- 41 : Radiuskorrektur Links
- 42 : Radiuskorrektur Rechts
- R01** = Genauigkeitsfaktor:
Schritte zwischen den Stützpunkten (max. 64)
- R02** = Sicherheitsabstand
- R03** = Splinetiefe
- R04** = Vorschubtiefe (mm/min)
- R05** = Vorschub Spline (mm/min)
- R06** = Vergrößerungsfaktor
- R07** = Ausfahrpunkt-X
- R08** = Ausfahrpunkt-Y

Beispiel Programm: (Siehe grafische Simulation)

```

.
N10      G40    T01      G90      G54
/
N20      R00=40                                (Keine Radiuskorrektur)
N30      R01=20                                (Genauigkeit = 20 Schritte)
N40      R02=-2.0                              (Sicherheitsabstand bei -2.0 mm)
N50      R03=-4.0                              (Tiefe Spline = -4.0 mm)
N60      R04=150                               (Vorschubtiefe = 150 mm/min)
N70      R05=220                               (Vorschub Spline = 220 mm/min)
N80      R06=1.0(Vergrößerungsfaktor = 1)
N90      G00    X=3.0    Y=3.0
/
N100    G77    X=5.0    Y=5.0    Z=R02    R07=5.0    R08=5.0
7.0,27.0
35.0,27.0
25.0,40.0
18.0,48.0
28.0,55.0
53.0,60.0
73.0,53.0

```

```

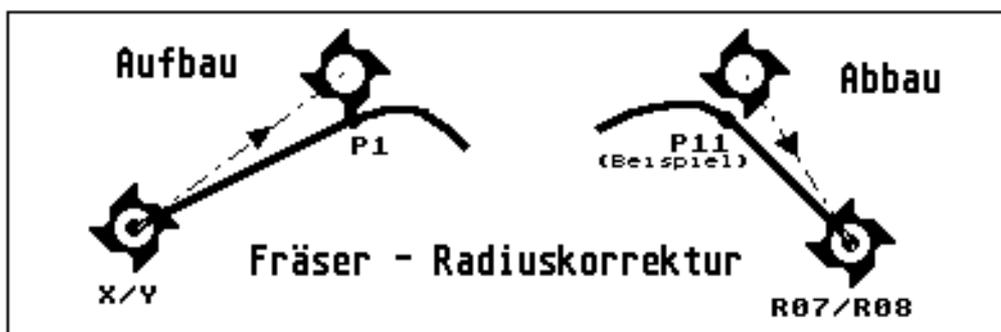
45.0,35.0
55.0,23.0
32.0,10.0
7.0,6.0
@
/
/ABWAHL ARBEITSZYKLEN
N110    G80    G00    X=0.0    Y=0.0    Z=0.0
N120    M30

```

Hinweise:

- Das Ende der Spline-Stützpunkt-Koordinaten wird mit dem "@" Zeichen programmiert.
- Die SHD-Spline-Interpolation erlaubt das Programmieren von max. 64 Stützpunkten.
- Die Genauigkeit läßt sich im Bereich von 1 bis 64 mit dem Register R01 programmieren.
- Da der **Vergrößerungsfaktor** über ein Register programmiert wird, ist auch hier die Parameterprogrammierung möglich.
 Beispiel: R06=0.5 bedeutet eine 50%ige Verkleinerung.
 R06=3.0 bedeutet ein Verdreifachen.
- Zur Programmierung einer Spline-Interpolation ist ein Anfahrpunkt und Ausfahrpunkt erforderlich. Die Richtung sollte einer Geraden mit gleichem Richtungsvektor zum ersten Spline-Punkt, bzw. zum Ausfahrpunkt entsprechen. Der Anfahrpunkt wird mit den Adressen X und Y programmiert. Der Ausfahrpunkt wird mit den Registern R07 und R08 programmiert.

Aufbau & Abbau der Radiuskorrektur



Ein Anfahrpunkt und Ausfahrpunkt ist primär dann notwendig, wenn **mit Fräser-Radiuskorrektur** programmiert werden muß. Die Radiuskorrektur wird zwischen dem Eintauchpunkt mit den X- und Y- Koordinaten und dem ersten Spline-Punkt aufgebaut. Der Abbau der Radi-

uskorrektur erfolgt zwischen den letzten Spline-Punkt und dem Ausfahrpunkt mit den Koordinaten in den Registern R07 und R08.

Achtung! Die Steuerung nimmt keine Rücksicht auf den Radius des augenblicklich eingesetzten Werkzeuges. Ein Werkzeug mit zu großem Radius kann zu Konturverletzungen führen!

21 Fortgeschrittene Programmier Techniken

In den vorangegangenen Kapiteln wurde außer den maschinenbezogenen Zusatzfunktionen (M-Funktionen) die vollständige Programmierung nach den DIN66025-Richtlinien behandelt. Dies ist in vielen Fällen für die Werkstückbearbeitung ausreichend, aber auch oft umständlich und relativ zeitaufwendig. In den folgenden Kapiteln werden alle weitergehenden Programmierungstechniken behandelt, die das Programmieren wesentlich erleichtern und einen effektiveren Einsatz der CNC-Maschine sicherstellen.

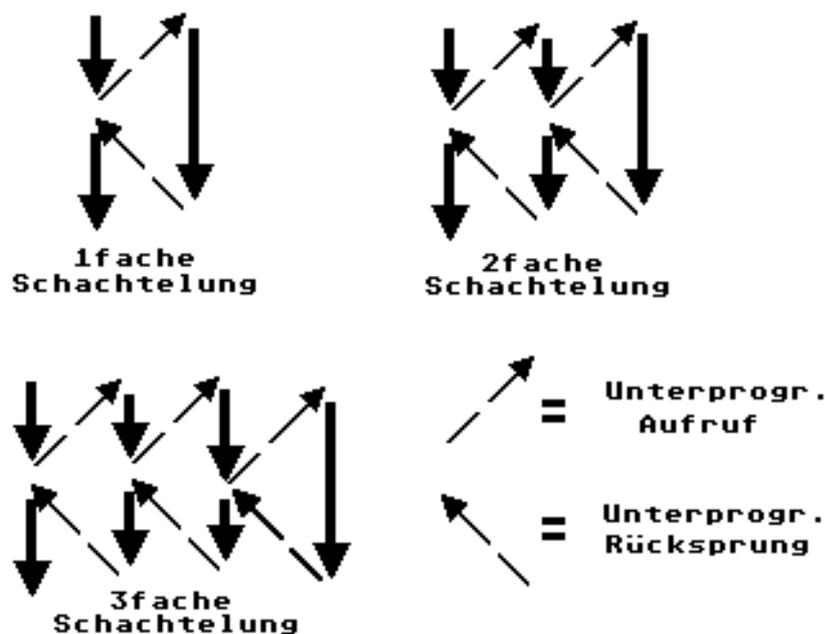
21.1 Unterprogrammtechnik

Mehrfach zu wiederholende gleiche Bewegungsabläufe und Funktionsabläufe können als Unterprogramme programmiert und an beliebiger Stelle eines Teilprogrammes abgerufen werden.

Gleiche Konturen sind häufig an verschiedenen Werkstücken anzutreffen. Diese werden als separates Unterprogramm geschrieben und bei Bedarf in das augenblicklich erstellte Programm mit eingebunden. Mit Hilfe der Nullpunktverschiebung können diese Unterprogramme an den verschiedensten Stellen des Werkstückes abgearbeitet werden.

Die Kennzeichnung der Unterprogramme und die dazugehörigen Sprungbefehle vom Hauptprogramm ins Unterprogramm sind nicht genormt und daher unterschiedlich implementiert.

Unterprogramme können in Hauptprogrammen und in Unterprogrammen aufgerufen werden. Die Implementierung bei der SHD-Steuerung ermöglicht eine bis zu 100fache Verschachtelung. Folgendes Bild verdeutlicht die Verschachtelung von Unterprogrammen.



21.2 Unterprogrammaufbau

Ein Unterprogramm besteht immer aus: Unterprogramm-Anfang
 Unterprogramm-Sätzen
 Unterprogramm-Ende.

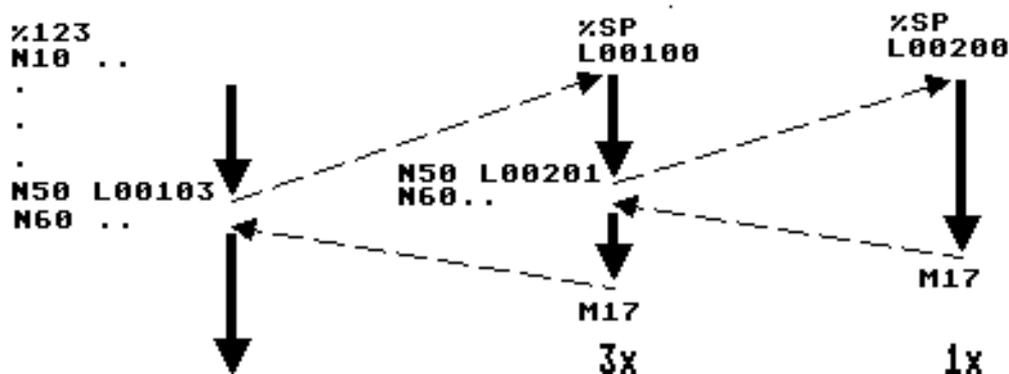
Implementierung:

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1) Kennzeichen für Unterprogramm Anfang: | %SP
Lnnn00 |
| 2) Kennzeichen für Unterprogramm Ende: | M17 |
| 3) Kennzeichen für Unterprogramm Aufruf: | Lnnddd |
- Es gilt: **nnn** = Unterprogramm-Nummer
 dd = Anzahl der Durchläufe
 00 = immer erforderlich

Zu 1) Der Ausdruck "**%SP**" kennzeichnet den **Beginn** des Unterprogrammes. "SP" steht dabei für "Sub-Programm". In der nächsten Zeile steht **immer** die Erkennungsmarke "**L**" mit **5 Ziffern**, welche die Unterprogramm-Nummer darstellt - es werden hinten immer **2 Nullen** angehängt.

Zu 3) Der Unterprogramm-Aufruf erfolgt mit dem Kennzeichen "**L**" und **5 Ziffern**. An der **1. bis 3. Stelle** steht immer die Unterprogramm-Nummer. An der **4. und 5. Stelle** wird beim Aufruf die **Anzahl** der Durchläufe **01 ... 99** angeben.

Beispiel: 2fach verschachtelte Unterprogramme
 Erstes Unterprogramm (L00100) läuft dreimal.
 Zweites Unterprogramm (L00200) läuft einmal.



Hinweise:

- 1) In einem Unterprogramm kann nicht die eigene Programmnummer aufgerufen werden.

- 2) In einem Satz mit dem Unterprogramm-Aufruf darf kein weiteres Wort stehen.
- 3) Beim Aufruf können bis zu 99 Durchläufe angegeben werden. Erst am Ende aller Durchläufe erfolgt der Rücksprung zur Stelle des Aufrufes.
- 4) Bei mehr als einem Durchlauf sollte der Verfahrensweg zum nächsten Einsatzpunkt am Ende des Unterprogrammes enthalten sein.
- 5) Die Sprungbefehle (siehe nächstes Kapitel) gelten nur für den Bereich innerhalb eines Unterprogrammes.
- 6) Wird das programmierte Unterprogramm nicht gefunden, so meldet sich folgende Dialogbox mit Angabe der Satznummer. **Dieser Fehler hat immer einen Programmstop zur Folge.**



22 Parameter-Programmierung

Die Kennzeichnung von Wertzuweisungen und Verknüpfungen sind nicht genormt und daher unterschiedlich implementiert.

22.1 Registeroperationen

Für die Programmierung mit Parametern stehen 100 Register zur freien Verfügung, **R00 - R99**.

Eine gewisse Sonderstellung haben dabei die Register R00 - R09, da diese bei den Arbeitszyklen für Zusatzparameter benützt werden. Dementsprechend vorsichtig sollte man diese reservierten Register bei der Parameterprogrammierung in Verbindung mit Arbeitszyklen benützen.

Die Schreibweise der Register muß **immer** zweistellig sein. Demzufolge ist bei den ersten neun Registern eine "0" am Anfang erforderlich.

Festlegung:

- Einfachhalber wird für folgende Beispiele die Variable "**X**", der Zahlenwert **3.14** und die Register **R15** und **R16** benützt.
- **Rnn** ist eine generelle Registerbezeichnung.
- **xx.xx** ist die generelle Bezeichnung für einen Zahlenwert.
- **Das "=" Zeichen ist optional und nicht genormt. Es dient lediglich der Übersicht und kann bei Bedarf jederzeit wegfallen.**

1) Register Wertzuweisung

Form Rnn=xx.xx
:

R15=-3.14	In beiden Fällen wird dem Register R15 der Wert -3.14 zu-
R15-3.15	gewiesen

2) Wertzuweisung von Register zu Register

Form Rnn=Rnn
:

R15R16	In beiden Fällen wird der Wert von Register R16 nach R15 ko-
R15=R16	piert

3) Grundrechnungsarten mit 2 oder 3 Registern

Mathematische Operationen, es gilt: "+" = Addiere
"-" = Subtrahiere
"*" = Multipliziere
"/" = Dividiere

3-a) Mit 2 Registern:

Form: Rnn"Math. Operation"Rnn

3-b) Mit 3 Registern oder 2 Registern und Zahlenwert:

Form: Rnn=Rnn"Math. Operation"Rnn

oder: Rnn=Rnnn"Math. Operation"xx.xx

R15*R16

R15=R15*R16.

In beiden Fällen wird der Inhalt von R15 mit R16 multipliziert.

Ergebnis steht in R15

R15=R16*3.14

Registerinhalt von R16 wird mit 3.14 multipliziert. Ergebnis steht in R15.

Fehlermeldung:

Jeder Fehler bei Registeroperationen wird durch folgende Dialogbox angezeigt:



Diese Fehlermeldung hat einen sofortigen Programmstopp zur Folge. Bitte überprüfen Sie Ihr Quellenprogramm. Die Fehlerursache können Sie aus der Dialogbox innerhalb der "> <" Zeichen entnehmen.

22.2 Wertzuweisung und Verknüpfung

Eine Wertzuweisung kann pro Satz mehrfach erfolgen! Als Trennzeichen gilt auch hier die <Leertaste>

Zuweisen von Werten

Die Wertzuweisung zu den Parametern ist möglich durch:

- Direkte Zuweisung im Programm (Unveränderliche Werte)
- Rechnerische Verknüpfung im Programm

Festlegung:

- Einfachhalber wird für folgende Beispiele die Variable "X", der Zahlenwert 3.14 und die Register R15 und R16 benützt.
- **Rnn** ist eine generelle Registerbezeichnung.
- **xx.xx** ist die generelle Bezeichnung für einen Zahlenwert.
- **Das "=" Zeichen ist optional und nicht genormt. Es dient lediglich der Übersicht und kann bei Bedarf jederzeit wegfallen.**

1) Wertzuweisung OHNE Verknüpfung

Form: Variable=xx.xx

X3.14 In beiden Fällen wird der Variablen "X" der Wert von
X=3.14 +3.14 zugewiesen.

X-3.14 In beiden Fällen wird der Variablen "X" der Wert von
X=-3.14 -3.14 zugewiesen.

XR15 In beiden Fällen wird der Variablen "X" der Wert von
X=R15 Register R15 zugewiesen.

2) Wertzuweisung MIT additiver Verknüpfung

Zusätzlich zu Punkt 1) kann eine mathematische Verknüpfung mit den 4 Grundrechenarten erfolgen.

Mathematische Operationen, es gilt:

- "+" = Addiere
- "-" = Subtrahiere
- "*" = Multipliziere
- "/" = Dividiere

Als Verknüpfungsoperand sind Zahlenwerte oder Register R00 - R99 gültig.

X=3.14+R16 In beiden Fällen wird der Variablen X der Wert aus der Summe
X3.14+R16 von 3.14 + R16 zugewiesen.

XR15*R16 In beiden Fällen wird der Variablen X das Produkt aus R15 *
X=R15*R16 R16 zugewiesen.

Diese Beispiele zeigen bereits die Einfachheit beliebige Konturen zu verkleinern, vergrößern, strecken oder zu dehnen. Eine Verkleinerung um 50% erfolgt, wenn z.B. im obigen zweiten Beispiel dem Register R16 der Wert von 0.5 zugewiesen wird.

b) Adresse von Sprungziel: (z.B. N100 G20 BEQ +N220)

Die Ziel-Sprungadresse hat folgende Form: + / - Nxxxxx

Es ist zu beachten: + = Sprungrichtung ist vorwärts.

- = Sprungrichtung ist rückwärts.

ohne Vorzeichen = Sprungziel wird komplett innerhalb des Programmteils gesucht. (Ist eventuell zeitaufwendiger).

Sprungadresse: Angabe der Satznummer.
"N" kann entfallen.

c) & d) Vergleichsoperanden:
Beide Operanden können als numerische Variablen oder als Register R00 - R99 programmiert werden.

Beispiele:

A) N100 G20 BGT +N330 R22 200.5
= Springe vorwärts zur Adresse N330 wenn der Inhalt von Register R22 größer als 200.5 ist.

B) Eine häufige Notwendigkeit bei der Parameterprogrammierung ist das Programmieren von Schleifen. Folgendes Programm zeigt ein Lösungsbeispiel:

```
%12
/
N20 R20=10 (Durchlaufanzahl = 10)
N25 R21=0 (R21=Zähler: löschen)
N30 R21=R21+1 (Zähler um 1 erhöhen)
/ ---- Schleife: wird 10mal durchlaufen. ---
N200 G20 BEQ +N250 R21 R20
N210 G20 BRA -N30
N250 M30
```

Fehlermeldungen:



Bitte überprüfen Sie in beiden Fällen Ihr Quellenprogramm. Beide Fehler haben immer einen sofortigen Programmstop zur Folge.

22.4 Rechnerische Verknüpfung

Eine rechnerische Verknüpfung kann pro Satz mehrfach erfolgen. Als Trennungszeichen gilt auch hier die <Leertaste> .

Die gewählte Funktion berechnet den Wert von Register Rnn und schreibt das Ergebnis zurück in das Register Rnn .

Form: \$FUNRnn Beispiel: \$COSR15

Es gilt:

"\$"	=	Zeichen für rechnerische Verknüpfung.
"FUN"	=	Gewählte Funktion.
"Rnn"	=	Register in welches das errechnete Ergebnis geschrieben wird.

Unterstützte Funktionen durch "FUN"

SQR	=	Es wird die 2. Wurzel von Rnn berechnet
SIN	=	Berechnet den SINUS von Register Rnn.

Rnn ist ein Winkel in Radian.

- COS = Berechnet den COSINUS von Register Rnn. Rnn ist ein Winkel in Radian.
- TAN = Berechnet den TANGENS von Register Rnn. Rnn ist ein Winkel in Radian.
- ATN = Rnn ist in diesem Fall ein Tangenswert, von dem der Winkel in Radian zurückgerechnet wird. Es wird ein Wert zwischen $-\pi/2$ und $+\pi/2$ geliefert.
- RAD = Rechnet die Gradangabe von Rnn in Bogenmaß (Radian) um.
- DEG = Rechnet die Radian-Angabe von Rnn in Gradmaß (Degree) um. Dies entspricht dem Ergebnis von $Rnn=Rnn*\pi/180$.
- FRA = Es wird der augenblicklich gültige Werkzeugradius in das Register Rnn geschrieben.
- INF = DEBUG-Möglichkeit. Diese Anweisung ist nur im Verify-Mode möglich.

Es wird der Programmablauf unterbrochen. Der Inhalt des Registers Rnn wird rechts unten im Bildschirm mit der Meldung "INF> Rnn=" angezeigt. Ein Fortführung des Programmes wird durch betätigen einer beliebigen Taste eingeleitet.

Beispielprogramm:

Folgendes 3D-Beispielprogramm zeigt eine typische Anwendung der Parameterprogrammierung. Die Aufgabe besteht darin, kreisförmig angeordnete Nuten zu fräsen. Zusätzlich sollen die Nuten von Innen nach Außen tiefer verlaufen. Realisiert wird diese Aufgabe mit Registeroperationen, Wertzuweisungen, Verknüpfungen und Sprunganweisungen.

```
%8
/
/ Beispiel : Parameter-Programmierung
/ Programmname : KREISNUT.DIN
/ Kreisförmig angeordnete Nuten mit 2 Radien: R30 & R31
/ Beispiel hier mit 36 Nuten, weil R90=36
/
N10 G40      G90   T01      G55
N15 R30=30.0 R31=60.0      (Radius_1 ->R30, Radius_2 ->R31)
N20 R16=10      (Schritt-Winkel-Maß = "Grad")
N30 R10=0      R12=0      (Start-Winkel-Maß = "Grad")
N40 R90=36     R91=0      (Schleife mit 36 Durchläufen)
N50 R91=R91+1  (Durchlauf um 1 erhöhen)
N80 R80=-3.2   (Tiefe außen = R80)
/
N100 $RADR10  (Grad->Bogenmaß)
N110 R11=R10  (Wert sichern: R10 -> R11)
```

```

N120 $COSR10 $SINR11      (Sinus->R10 & Cosinus->R11)
N130 R20=R10*R30          (X-Punkt #1 ->R20)
N140 R21=R11*R30          (Y-Punkt #1 ->R21)
N150 R22=R10*R31          (X-Punkt #2 ->R22)
N160 R23=R11*R31          (Y-Punkt #2 ->R23)
N200 G00      X=R20 Y=R21  (Positionieren ....)
N210 G01      Z=-3.0 F=200 (Z-Achse runter)
N220 G01      X=R22 Y=R23  Z=R80 (- NUT fräsen -)
N230 G00      Z=0.0        (Z-Achse Rauf)
N240 R80=R80-0.2          (Äußere Tiefe neu)
N250 R12=R12+R16          (Winkel=Winkel+Schritt-Winkel)
N260 R10=R12
/
N400 G20      BEQ   +N2500  R91  R90  (Wenn Ausgangsbedingung
                                         erfüllt, dann Sprung zu
                                         Programmende)
N500 G20      BRA   -N50    (Schleife: Loop)
/
N2500 M30

```

Hinweise:

- Die gesamte Berechnung der Winkelwerte erfolgt in Grad und muß deshalb mit der \$RADRnn-Funktion in Radian-Werte umgerechnet werden.
- Obiges Beispielprogramm finden Sie auf mitgelieferter Diskette mit geringfügigen Änderungen.

23 Zusatzfunktionen

Zusatzfunktionen, auch Hilfsfunktionen genannt, werden mit der Adresse M (Miscellaneous Function) programmiert.

Sie enthalten vorwiegend technologische Angaben, die nicht unter den Adressen F, S oder T programmiert werden können. Zusatzfunktionen werden durch eine zweistellige Schlüsselzahl nach DIN66025 Blatt 2 gekennzeichnet. Dabei unterscheidet man den Wirkungsbereich der M-Funktionen nach folgenden Kriterien:

Sofort wirksame Zusatzfunktionen

Diese M-Funktionen werden zusammen mit den übrigen Funktionen des Satzes, in dem sie programmiert sind, wirksam.

Beispiel: M09 = Kühlmittelantrieb ausschalten

Später wirksame Zusatzfunktionen

Diese M-Funktionen werden erst wirksam, nachdem alle übrigen Funktionen des Satzes, in dem sie programmiert sind, ausgeführt wurden.

Beispiel: M30 = Programmende

Gespeichert wirksame Zusatzfunktionen

Diese Zusatzfunktionen haben über mehrere Sätze hinweg so lange Gültigkeit, bis sie durch eine andere Zusatzfunktion mit gleichem Geltungsbereich gelöscht werden.

Beispiel: M03 = Spindel an, gelöscht durch M05 = Spindel aus .

Satzweise wirksame Zusatzfunktionen

Diese M-Funktionen wirken sich nur in dem Satz aus, in dem sie programmiert sind:

Beispiel: M00 = Programmierter Halt



Beim Aufruf der M00-Funktion meldet sich die Steuerung mit einer Dialogbox. Hier können Sie optional das Programm durch Anklicken des "WEITER"-Feldes weiterlaufen lassen.

23.1 Zusatzfunktionen und ihre Bedeutung

<u>Schlüsselwort</u>	<u>Bedeutung</u>
M00	Programmierter Halt
M03	Einschalten der Hauptspindel
M04	Einschalten der Hauptspindel
M05	Spindel und Kühlmittel STOP
M06	Werkzeugwechsel
M08	Einschalten Kühlmittel
M09	Ausschalten Kühlmittel
M13	Spindel und Kühlmittel START
M14	Spindel und Kühlmittel START
M17	Unterprogramm ENDE
M30	Programm ENDE
M70	Spiegelanweisung löschen
M71	Spiegeln der X-Achse
M72	Spiegeln der Y-Achse
M73	Spiegeln der Z-Achse

Hinweis: Nach den DIN66025-Richtlinien unterscheidet man die Drehrichtung der Spindel bei den Aufrufen M03/M04 und M13/M14. Diese Möglichkeit ist bei der SHD-Steuerung mit der SHD-Adapterbox-Version nicht implementiert.

Wird eine unbekannte M-Funktion programmiert oder der Geltungsbereich nicht eingehalten, so erscheint folgende Dialogbox mit Fehlermeldung:



Diese Fehlermeldung hat immer einen unmittelbaren Programmstopp zur Folge. Bitte überprüfen Sie das Quellenprogramm nach den Hinweisen in der Dialogbox.

23.2 Spiegeln von Konturen durch Programmanweisungen

Bei symmetrischen Konturen kann der Programmieraufwand dadurch verringert werden, indem man die Möglichkeit der Spiegelung von Konturen zur Anwendung bringt.

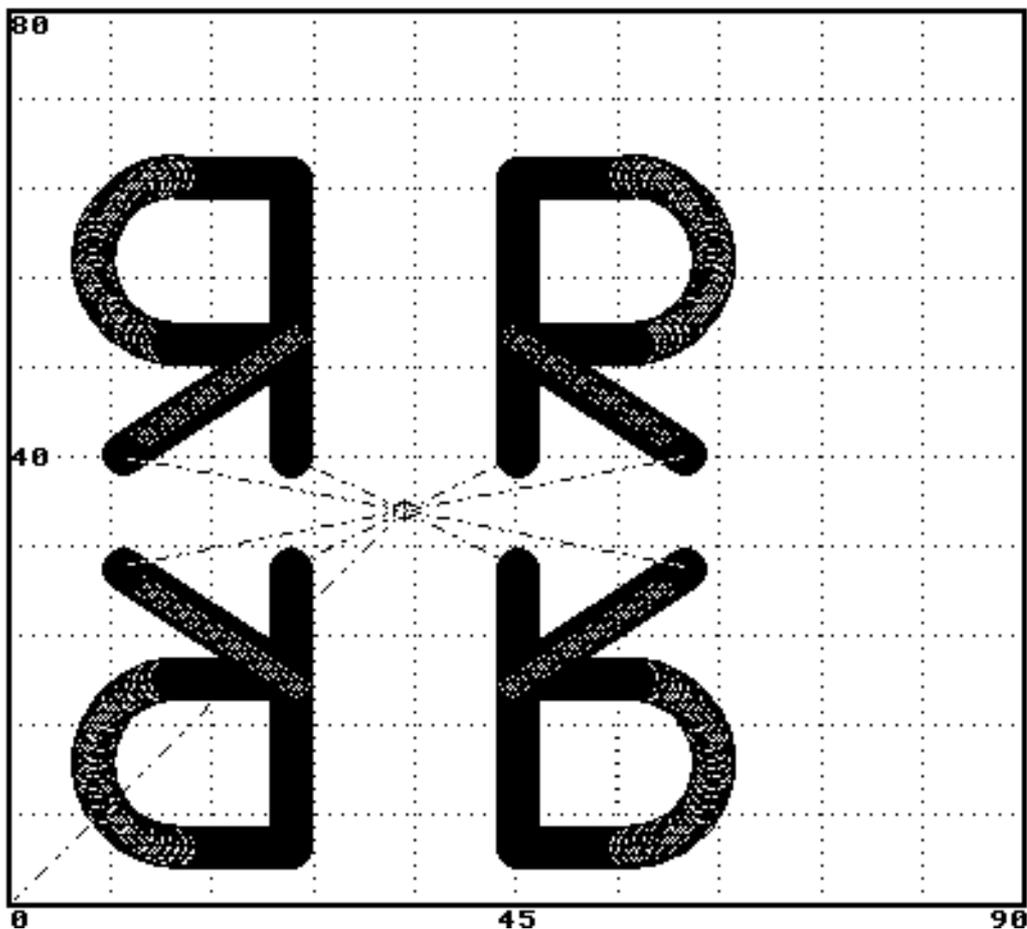
Die Spiegelanweisungen werden mit M-Funktionen programmiert und sind steuerungsbezogene Zusatzfunktionen.

- M70 = Spiegelanweisung **löschen**
- M71 = Spiegeln der **X-Achse**
- M72 = Spiegeln der **Y-Achse**
- M73 = Spiegeln der **Z-Achse**

Bei Anwendung der Spiegelanweisungen erfolgt die Wirkung des Umschreibens der Geometriewerte und Interpolationsparameter automatisch!

Als Spiegelachse werden die Koordinatenachsen verwendet. Die Lage des Nullpunktes wird so gewählt, daß die gespiegelten Werkstücke gleichen Anstand zu den Symmetrieachsen haben.

Beispiel: (Spiegeln des Buchstaben "R")



Das dazugehörige Programm:

```
%88 Spiegeln  
/  
/ Beispiel: Spiegeln mit Spiegelanweisungen  
/  
N10 G40 G90 T01 G57
```

```

N20   G00   X=0.0   Y=0.0           (Positionieren zum Nullpunkt)
N50   L25101
/
/ - Spiegeln Y-Achse -
N60   M72
N70   L25101
/
/ - Spiegeln X & Y-Achse -
N80   M71
N90   L25101
/
/ - Spiegeln X-Achse
N100  M70           (Erst Y-Spiegeln löschen)
N110  M71
N120  M70           (Spiegelanweisungen löschen)
N130  G00   X=0.0   Y=0.0
N140  G00   Z=0.0
N150  M30
/
%SP
L25100
/   Unterprogramm zum Ausfräsen des Buchstaben "R"
/
N10   G00   X=10.0  Y=5.0
N20   G01   Z=-3.0  F=400
N30   Y=30.0
N40   X=20.0
N50   G02   Y=-15.0 P=7.5
N60   G01   X=10.0
N70   X=25.0 Y=5.0
N80   G00   Z=0.0
N90   M17

```

Hinweis: Die Spiegelanweisungen sind selbsthaltend! Um die Spiegelachse umschalten zu können, muß zuerst die aktive Spiegelachse mit einem M70 - Aufruf gelöscht werden. Im obigen Beispiel ist dies in Zeile N100 ersichtlich.

24 Sonderfunktionen

24.1 Programmierung der Anfahr- und Bremsparameter

Bereits im Handbuch des SETUP-Programmes wurde auf eine Besonderheit der SHD-Steuerung hingewiesen. Mit einem G60-Aufruf können Sie die Parameter A, B und C **dynamisch** zur Laufzeit ändern, so daß Sie für bestimmte Anwendungen Ihr CNC-System mit unterschiedlichen Beschleunigungseigenschaften betreiben können. Diese Möglichkeit ist bei Schrittmotorantrieben nötig, wenn es gilt gravierend unterschiedliche Werkstücke zu bearbeiten, welche sich in Masse und Gewicht unterscheiden. Die Anfahr- und Bremsphase sollte bei größerer Masse flacher programmiert werden, um die mechanischen Spindelantriebe zu schonen oder eventuell bei knapp dimensionierten Motoren einen Stillstand zu verhindern.

Aufruf:

G60 A=.... B=.... C=....

Es gilt:

- A** = Startgeschwindigkeit für Anfahr-Rampe.
Maßeinheit = mm/min
- B** = Anfahr- und Bremsparameter.
Maßeinheit = positive Zahl im Bereich 1 bis 70
- C** = Maximal erlaubte Geschwindigkeit.
Maßeinheit = mm/min

Um die Parameter auf die Ausgangsstellung zurückzusetzen, genügt ein Aufruf der **G61** Anweisung. Als Ausgangsstellung gelten die Werte, welche mit dem SETUP-Programm definiert wurden und in der Datei CNCPARAM.DAT gespeichert sind.

Fehlermeldung:

Wird die G60-Funktion falsch programmiert, so erscheint folgende Dialogbox:

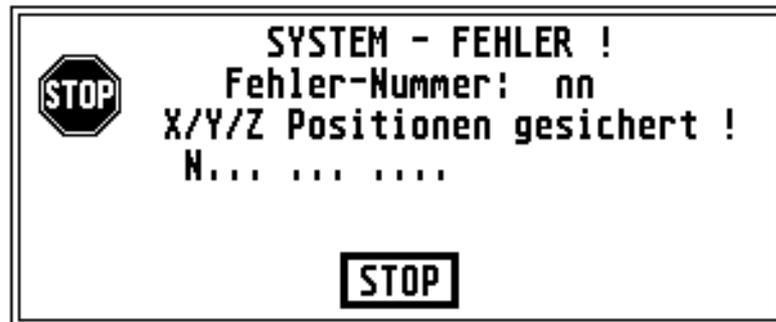


Die Meldung hat einen unmittelbaren Programmstopp zur Folge! Bitte überprüfen Sie das Quellenprogramm.

24.2 System CRASH & RECOVER

Alle Fehler werden bei der **SHD**-Steuerung mit einer Dialogbox und einer Fehlermeldung im Klartext behandelt. In einigen extrem seltenen Fehlerfällen, wie z.B. Hardwareproblemen

oder Unverträglichkeit mit anderen Programmen kann es unter Umständen zu Systemabstürzen kommen. Um die Folgeschäden zu verhindern werden alle relevanten Daten in der Datei CRASH.DAT gesichert. Es erscheint folgende Dialogbox:



Ab diesen Zeitpunkt ist die Steuerung nicht immer 100%ig einsatzfähig, wenn z.B. ein Hardwarefehler vorliegt. Sicherheitshalber sollten Sie jetzt das System komplett neu starten. Bei dem nächsten Startvorgang erscheint dann folgende Dialogbox:



Durch Aktivierung des "JA"-Feldes werden die Positionen aller Achsen restauriert. Durch Nachladen der Nullpunktdatei befindet sich die NC-Maschine wieder auf den Zustand vor dem Systemabsturz. Die Crash-Datei wird in beiden Fällen gelöscht.

Hinweis: Sicherheitshalber empfehlen wir eine Referenzfahrt durchzuführen.

Bitte überprüfen Sie Ihr System unter folgenden Gesichtspunkten.

- Liegt ein Hardwarefehler vor?
- Ist dieser Fehler reproduzierbar?
- Sind andere Programme zusätzlich aktiv (Accessories)?
- Ist die Fehlernummer immer gleich?
- Tritt Fehler auch im Verify & Grafik-Mode auf?

Hinweise zur Fehlerbehebung:

- Da im VERIFY-Mode und GRAFIK-Mode die selben Datenstrukturen benützt werden, kann man versuchen den Fehler auch in diesen Betriebsarten zu reproduzieren.
- Tritt der Fehler nur während des Arbeitsganges auf, so muß man davon ausgehen, daß es sich um ein Hardwareproblem handelt.

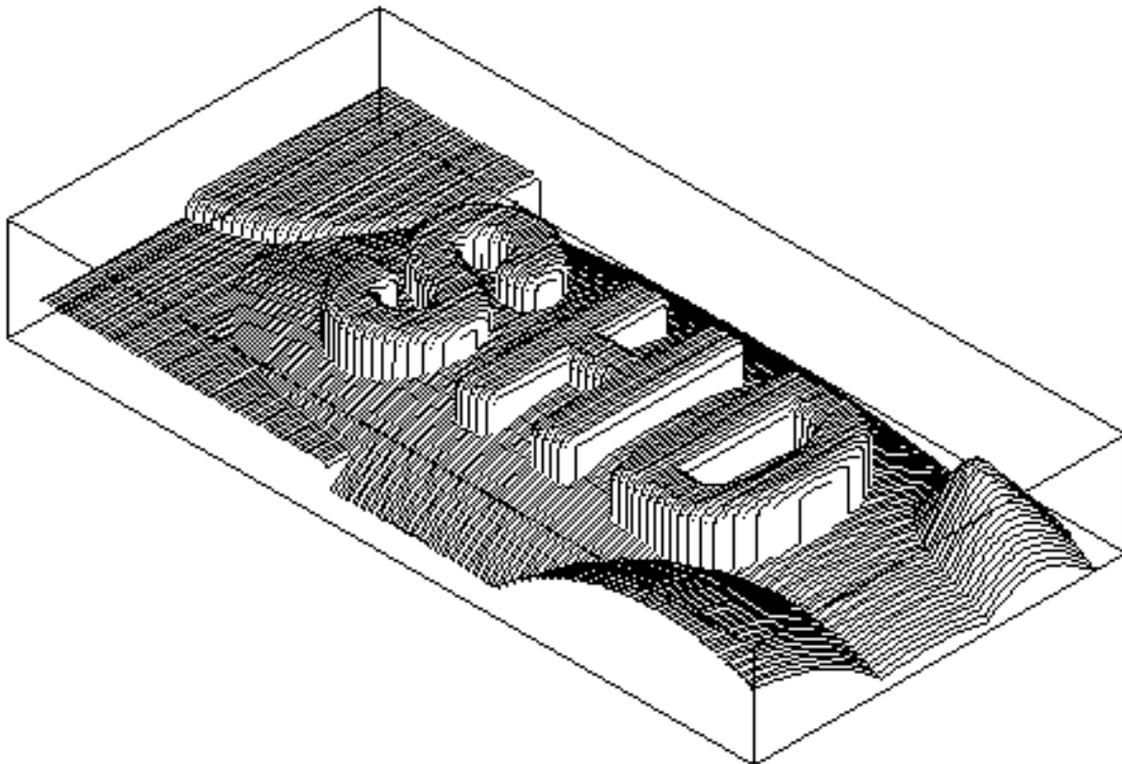
Fehlermeldungen mit Nummern:

1	=	Falsche Funktionsnummer
2	=	File nicht gefunden
3	=	Pfad nicht gefunden
4	=	Zu viele Dateien offen
5	=	Keine Permission
6	=	File falsch
7	=	„MDB“ zerstört
8	=	Speicher voll
9	=	Falsche Adresse
10	=	Falsches Environment
11	=	Format falsch
12	=	Access Code falsch
13	=	Invalid Data
15	=	Falsches Laufwerk
16	=	RMDIR Fehler
17	=	Kein RENAME
18	=	Datei Tabelle voll
19	=	Argument falsch
20	=	Argument Liste zu lang
21	=	EXEC Format falsch
22	=	Cross-device link
33	=	„Math argument“
34	=	Bereichsfehler
35	=	File existiert schon

25 Übungen und Hinweise

25.1 Anbindung an CAD-Systeme

Speziell im Formenbau ist man mit der herkömmlichen Programmierung schnell überfordert, wenn es gilt komplexe 3D-Formen zu realisieren. Für diese Anwendungen bieten viele Hersteller dementsprechende umfangreiche CAD-Systeme an. Diese CAD-Systeme laufen meist auf Workstation oder auf schnellen PC-Systemen, um die Daten bei komplexen Formen in vertretbaren Zeiten berechnen zu können. Das DIN66025-Programm bietet die Möglichkeit diese Daten einzulesen und abzuarbeiten. Da fast alle CAD-Systeme die Daten nach DIN66025-Richtlinien berechnen können und das DOS-Filesystem als Ausgabeformat unterstützen, kann man eine Diskette zum Austausch der Daten benutzen. Eine solche Datei befindet sich auf beigefügter Diskette im Ordner "BEISPIEL" mit den Namen "SHDSCHLY.-DIN". Folgendes Bild zeigt eine 3D-Darstellung dieser Datei (3D-Simulation des SHD-DIN3D-Programmes):



Die eigentliche Form wurde aus 3 Dateien aufgebaut:

- 1 Datei für die Schrupp-Bearbeitung
- 1 Datei für die Schlicht-Bearbeitung-X
- 1 Datei für die Schlicht-Bearbeitung-Y (Beispiel)

Die Datei "SHDSCHLY.DIN" besteht aus **8408** Zeilen

Folgendes Programm zeigt lediglich den Anfang und das Ende der Datei "SHDSCHLY.DIN".

```

%1109203
/
/ SHD SCHRIFTBLOCK SCHLICHTEN Y-RICHTUNG
/ Erstellt mit: Pictures by PC
/           Von: Schott Systeme GmbH
/
N0005   G40   T2     G54     G90           (T2=Kugelfräser 3mm)
N0010   G0    Z1
N0020   X2    Y2
N0030   G1    Z-9   F800
N0040   Y21.57
N0050   Y21.59 Z-8.42
N0060   Y21.6 Z-8.28
N0070   Y21.62 Z-8.19
N0080   Y21.65 Z-8.07
.
.
N84030  Y45.96 Z-14.49
N84040  Y46.98 Z-15.28
N84050  Y48    Z-16.14
N84060  G0     Z1
N84070  M06
N84080  M30

```

Hinweis: Der Werkstück-Nullpunkt befindet sich oben in der vorderen linken Ecke.

Achtung! Beim Laden jedes Programmes wird immer die Größe der Datei überprüft. Wenn nicht alle Voraussetzungen zum Laden der Datei erfüllt sind, so erscheint folgende Dialogbox mit Fehlermeldung:



Der Ladevorgang wird abgebrochen. Eine Bearbeitung der Datei ist nicht möglich. Bitte stellen Sie sicher, daß keine zusätzlichen Programme geladen sind. Andernfalls sollten Sie mit

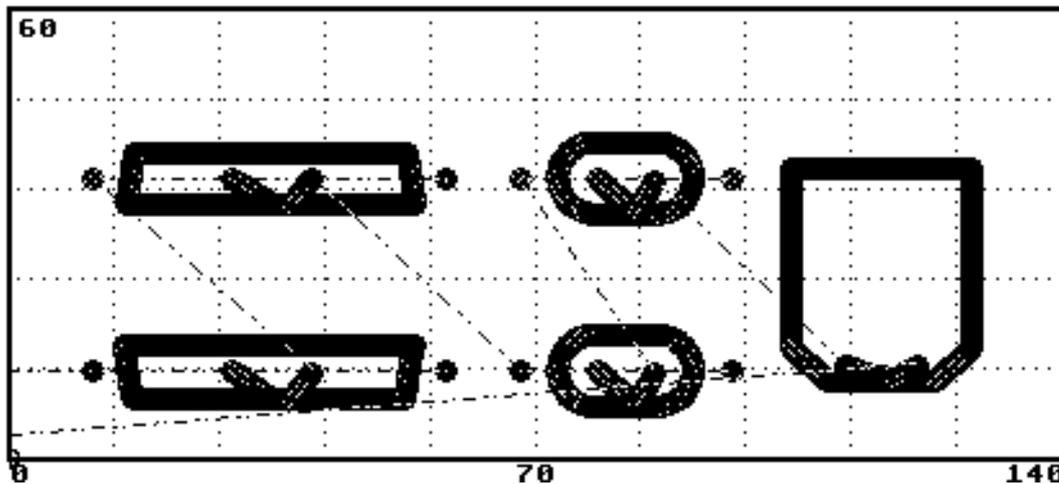
dem CNCSETUP-Programm die maximale Zeilenlänge für ein DIN-Quellenprogramm neu festlegen.

25.2 Übung: Frontplatten-Ausbrüche

Eine relativ häufige Anwendung der DIN66025-Programmierung ist das Ausarbeiten von Frontplatten für Normstecker und Buchsen. Ein praktisches Beispiel sind die Frontplatten der **SHD-Adapterbox**. Im Folgenden soll nur die Rückseite näher besprochen werden, da hier etwas umfangreichere Konturen programmiert werden müssen.

Im Beispielprogramm werden viele Möglichkeiten der Parameterprogrammierung ausgenutzt. Um das Programm modular zu gestalten, wurden die einzelnen Ausbrüche mit Unterprogrammen realisiert. Das Programm erscheint somit etwas länger, hat aber den Vorteil, daß man alle Unterprogramme für eine andere Aufgabe jederzeit benutzen kann.

Die grafische Simulation:



Das folgende dazugehörige Programm finden Sie auf mitgelieferter Diskette im Ordner "Beispiel" mit dem Namen "SHDBOX_H.DIN"

```
%004
/
/ Frontplatte f. SHD-Adapter-Box (Hinten)
/-----
/
/ !!! R15=Tiefe / R20=Vorschub
/=====
/
N2      G40    T1     G54     G90      R15=-3.3  R20=80
N3      G00    Y11.5
N5      G00    X10    Y11.5    Z20
/
/
/ -- Fortsetzung #1 Programm SHDBOX_H.DIN -- /
/ AMP-Stecker
```

```

/
N200    G59    X34.5  Y11.5
N203    G81    X-23.5 Y0      R02=1    R03=R15  R04=R20
N204    X23.5  Y0
N205    G80
N210    L26101
/
N220    G59    X34.5  Y37.3
N225    G81    X-23.5 Y0      R02=1    R03=R15  R04=R20
N226    X23.5  Y0
N227    G80
N228    L27101
/
/ Kleingeräte Einbaustecker
/
N230    G59    X82     Y11.5
N233    G81    X-14   Y0      R02=1    R03=R15  R04=R20
N335    X14    Y0
N336    G80
N232    L28101
/
N235    G59    X82     Y37.3
N233    G81    X-14   Y0      R02=1    R03=R15  R04=R20
N335    X14    Y0
N336    G80
N236    L28101
/
/ Kaltgeräte Einbaustecker
/
N300    G59    X116   Y24.4
N305    L29101
N306    G54    G00    Z20
N308    X-40   Y0
N310    M30
/
/ UP:AMP-Stecker (Unten)
/
%SP
L26100
N715    G00    X-5    Y0      Z2
N720    G01    Z=R15  F=R20
N730    G41    X0     Y-5
N745    X19.25
N750    X21    Y5
N755    X-21
N760    X-19.5 Y-5
N770    X3
N780    G40    X6     Y0
N700    G00    Z10

```

```

N705      G80
N710      M17
/
/ -- Fortsetzung #2 Programm SHDBOX_H.DIN -/
/ UP:AMP-Stecker (Oben)
/
%SP
L27100
N715      G00      X-5      Y0          Z2
N720      G01      Z=R15   F=R20
N730      G41      X0        Y-5
N745      X21
N750      X19.25  Y5
N755      X-19.25
N760      X-21    Y-5
N770      X3
N780      G40      X6        Y0
N700      G00      Z10
N705      G80
N710      M17
/
/ UP:Kleingerätestecker
/
%SP
L28100
N800      G00      X-4      Y0          Z1
N805      G01      Z=R15   F=R20
N810      G41      X0        Y-6.25
N815      X4.25   Y-6.25
N830      G03      X4.25   Y6.25      P6.25
N835      G01      X-4.25   Y6.25
N840      G03      X-4.25   Y-6.25     P6.25
N850      G01      X1        Y-6.25
N855      G40      X4        Y0
N860      G00      Z20
N865      G80
N870      M17
/
/ UP:Kaltgeräte Einbaustecker
/
%SP
L29100
N900      G00      X-5      Y-12       Z1
N905      G01      Z=R15   F=R20
N910      G41      X0        Y-15.75
N915      X7.75
N920      X13.5   Y-10.25
N925      Y15.75
N930      X-13.5

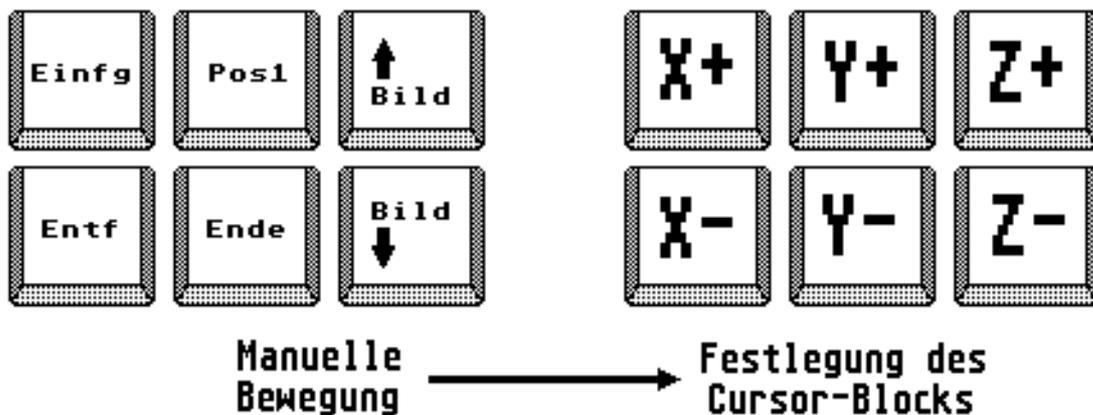
```

N935	Y-10.25		
N940	X-7.75	Y-15.75	
N945	X1		
N950	G40	X5	Y-12
N955	G00	Z20	
N957	G80		
N960	M17		

26 Hinweise: Bedienung

26.1 Manuelle Steuerung und Nullpunktfestlegung

In beiden Fällen folgt die Steuerung der Festlegung des Cursorblocks nach folgendem Schema:



Die Funktionstasten F1 bis F5 und F10 haben in beiden Fällen die gleiche Wirkungsweise.

Achtung! Die Funktionstaste F10 hat immer einen Abbruch des augenblicklichen Zustands zur Folge!

26.2 Manuelle Steuerung

Bei der manuellen Steuerung wurden folgende Funktionstasten zusätzlich belegt:

- F6 = Kühlmittel EIN / AUS
- F7 = Spindelantrieb EIN / AUS
- F8 = Vorschubgeschwindigkeit für manuellen Betrieb
- F9 = DIALOG-Betriebsmod
- F10 = Zurücksetzen der Referenz-Positionen

Zusätzlich wird im unteren Teil des Bildschirms die Position aller 3 Achsen bezogen auf den augenblicklich aktivierten Nullpunkt angezeigt. Das Zusammenspiel all dieser Möglichkeiten einschließlich der im Eingangsteil beschriebenen Dialog-Steuerung ermöglicht das unmittelbare Bearbeiten von Werkstücken ohne Programmieraufwand.

27 Grafische Simulation

Bei der grafischen Simulation und im Verify-Mode werden exakt die selben Datenstrukturen und Algorithmen benutzt wie beim eigentlichen Fräsvorgang. Dies garantiert **immer** einen fehlerfreien Ablauf des Fräsvorgangs nach erfolgreicher Simulation.

Achtung! Die Funktionstaste F10 führt zum Abbruch der grafischen Simulation und des Verify-Mode!

27.1 Ansichtsebenen

In vielen Fällen ist es wünschenswert das Werkstück aus einer anderen Ebene zu betrachten. Die SHD-Steuerung bietet diese Möglichkeit bei der grafischen Simulation mit dem Menüpunkt "Parameter" und den Unterpunkten zur Ebenenauswahl.

Dabei gilt:

- XY-Ebene (G17) aktiv:** Normaleinstellung - Es wird die XY-Ebene als Koordinatenfeld und die Z-Achse als Höhenachse dargestellt.
- XZ-Ebene (G18) aktiv:** Es wird die XZ-Ebene als Koordinatenfeld und die Y-Achse als Höhenachse dargestellt
- YZ-Ebene (G19) aktiv:** Es wird die YZ-Ebene als Koordinatenfeld und die X-Achse als Höhenachse dargestellt.

Ein Stern vor dem Menüpunkt kennzeichnet die augenblicklich aktivierte Ebene.

Achtung! Diese Menüpunkte sind selbsthaltend. Bitte stellen Sie vor dem eigentlichen Fräsvorgang die richtige Einstellung der Ebenenauswahl sicher!

27.2 Werkstücknullpunkt & Simulation

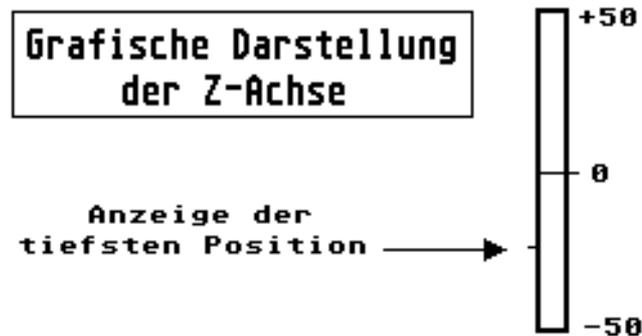
Oftmals wird das DIN66025-Programm nur zum Entwickeln der Programme benutzt. In dieser Betriebsart kann man eigentlich keinen Nullpunkt setzen, da keine Verbindung zur NC-Maschine besteht. Die grafische Simulation liefert somit falsche Ergebnisse und läßt die Fräserbahn oft außerhalb des Bildschirms laufen, da alle Nullpunktwerte den Maschinennullpunktwerten entsprechen. Diese Gegebenheit kann man wie folgt umgehen:

- Aktivierung der Menüpunkte zum Setzen eines Nullpunktes.
- Keinen Bewegungsablauf starten, sondern sofort durch Anklicken des X-, Y- oder Z-Feldes den Nullpunkt für die jeweilige Achse setzen.
- Nun geben Sie bei der Frage nach dem Nullpunkt-Korrekturwert Ihren gewünschten Wert für die Nullpunktposition ein.

Achtung! Diese Werte sind nicht relevant für den eigentlichen Werkstücknullpunkt!

27.3 Anzeige der Z-Achse

Bei der grafischen Simulation wird im rechten Teil des Bildschirms die Höhenachse wie folgt dargestellt:



Ein "Haltemechanismus" auf Softwareebene realisiert zeigt am Ende des Simulationslaufes die tiefste Stelle mit einem Sticker an der linken Seite an (siehe Beispiel). Wird die Größensfestlegung der Höhenachse überschritten, so werden im Bildschirm am Ende der Simulation zwei Ausrufezeichen sichtbar.

27.4 ZOOM-Funktion

Die grafische Simulation benützt die physikalischen Größen der Maschine zur Skalierung der grafischen Darstellung. Diese Angaben werden mit dem Programm "CNCSETUP.EXE" festgelegt und befinden sich in der Datei "DINPARAM.DAT"

Wird ein wesentlich **kleineres** Werkstück als die Bearbeitungsfläche beim Simulationslauf dargestellt, so kann es passieren, daß nicht alle Einzelheiten zu erkennen sind. Mit dem Menüpunkt "**Grafik: Skalierung ändern**" kann man die Maschinengrößen verändern und somit das Werkstück vergrößert darstellen. Bei Aktivierung dieses Menüpunktes erscheint in der Mitte des Bildschirms folgende Meldung (Beispiel X-Größe):

Maschinengrößen, = Skalierung v. Grafik ändern
Maschinengröße X-Achse neu (100) ... █

Bitte geben Sie hier die gewünschten Größen für alle drei Achsen ein. In runder Klammer wird jeweils der gültige Wert angezeigt. Wenn dieser Wert beibehalten werden soll, so drücken Sie die <Return>- Taste.

27.5 Menüpunkt : System RESET

Bei Aktivierung dieses Menüpunktes wird folgende große Dialogbox sichtbar:

<u>VORSICHT! System RESET</u>	
Bitte beachten:	
o Die augenblickliche Maschinen-Position gilt als Maschinen-Referenz Nullpunkt !	
o Werkzeugkorrekturspeicher wird gelöscht !	
o Nullpunktspeicher wird gelöscht !	
o Alle Parameter werden auf Startwerte gesetzt !	
IRRTUM	RESET

Dieser Menüpunkt dient primär dazu, den Maschinen-Nullpunkt neu festzulegen wenn Ihre Maschine keine automatische Referenzfahrt ausführen kann..

Da die **SHD**-Steuerung **ohne** Meßsystem auskommt, gilt immer die Position der einzelnen Achsen beim Programmstart als Maschinennullpunkt. Ab diesem Zeitpunkt wird **jeder** Schritt von jeder Achse in Bezug zum Maschinennullpunkt hochgerechnet. Die selbe Wirkung hat das Aktivieren dieses Menüpunktes.

Weiterhin werden alle Parameter auf die Startwerte gesetzt und haben somit folgenden Zustand:

- Absolute-Bemaßung (G90) aktiv.
- Ebenen-Auswahl: X/Y-Ebene (G17) aktiv.
- Skalierungsparameter werden auf Ausgangswerte wie in der CNCPARAM.DAT-Datei hinterlegt zurückgesetzt.

Achtung! Bitte nicht vergessen! Es erfolgt ein Löschen des Werkzeugspeichers und Nullpunktspeichers.

Wir empfehlen eine Referenzfahrt durchzuführen.

27.6 Menüpunkt: GO TO

Wenn eine Bearbeitung abgebrochen werden mußte (z.B. wegen Werkzeugbruch), so ist es nicht immer sinnvoll die gesamte Bearbeitung neu zu starten. Dies wäre bei langen Programmen auch unwirtschaftlich und zeitraubend. Für solche Fälle steht der Menüpunkt "GO TO" zu Verfügung. Bei Aktivierung meldet sich folgende Dialogbox:

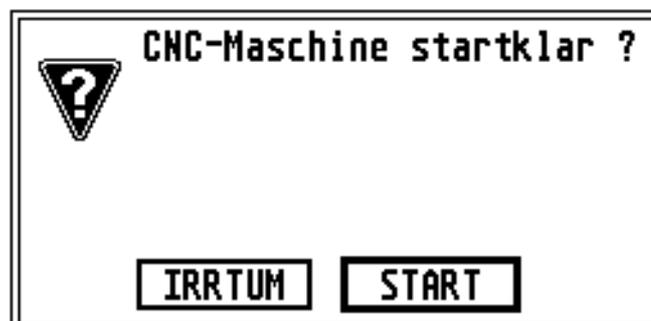


Achtung! Bitte stellen Sie vorher sicher, daß der Kühlmittelantrieb und Hauptspindeltrieb eingeschaltet sind. Gegebenenfalls kann dies mit den dementsprechenden Menüpunkten nachgeholt werden.

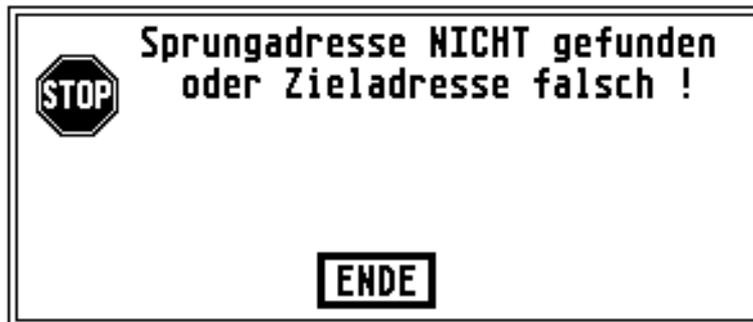
Zur Fortsetzung klicken Sie das "Weiter"-Feld an. Nun werden Sie wie folgt aufgefordert, die Zieladresse einzugeben:

Sprung zur Adresse (= SATZNUMMER): N_

Nach Eingabe der Zieladresse überprüft die Steuerung diese Angabe und meldet sich bei korrekt eingegebener Sprungadresse mit folgender Dialogbox:



Wenn die Zieladresse nicht auffindbar ist oder falsch angegeben wurde, so meldet sich die Steuerung mit folgender Dialogbox:



Ein Start ist in diesem Fall nicht möglich. Sie gelangen automatisch zurück ins Hauptmenü. In einen solchen **Fehlerfall** sollten Sie beachten:

- Die Sprungadresse darf nicht innerhalb eines Unterprogrammes liegen.
- Die Sprungadresse darf nicht innerhalb einer aufgebauten Werkzeug-Radiuskorrektur liegen. (G41/42 - G40)

Zusätzlich sollten Sie beachten:

- Stellen Sie sicher, daß ab der Sprungadresse das richtige Werkzeug programmiert wird.
- Wir empfehlen deshalb einen Werkzeugwechsel (M06) als Sprungziel vorzusehen.
- Stellen Sie sicher, daß die richtige Bearbeitungsebene aktiviert ist.
- Stellen Sie sicher, daß die richtige Bemaßungsart aktiviert ist.
- Stellen Sie sicher, daß die richtige Nullpunktverschiebung programmiert ist.

Achtung! Wird eine oder mehrere dieser Bedingungen nicht erfüllt, so muß das Quellenprogramm auf die korrekte Bedingung ab der Sprungadresse geändert werden.

Wir empfehlen diesen Menüpunkt zu üben, um in der Praxis einen Maschinen- oder Werkzeugschaden zu vermeiden.

27.7 Menüpunkt: Einzelschritt AN/AUS

Bei Probeläufen und Prototypen ist es häufig angebracht, den gesamten Ablauf zur Werkstückbearbeitung im Einzelschritt abzufahren. Diese Möglichkeit wird bei der **SHD**-Steuerung voll unterstützt und wird durch Aktivieren des Menüpunktes "Einzelschritt AN" eingeleitet.

Der Einzelschritt-Mode wirkt satzweise!

Beim Starten des Programmes wird zusätzlich folgende Statusmeldung mit angezeigt:

EINZELSCHRITT-Mode aktiv ! STATUS: RUN

Ist ein Satz (Zeile) abgearbeitet so ändert sich die Statusanzeige wie folgt:

EINZELSCHRITT-Mode aktiv ! STATUS: STOP

Zur Fortführung betätigen Sie eine beliebige Taste oder drücken Sie die linke Maustaste.

Ein **Programmstop** kann jederzeit mit der "**Esc**"-Taste oder mit der rechten Maustaste ausgelöst werden. In diesen Fall gelangen Sie automatisch zurück ins Hauptmenü.

Übersicht der G-Funktionen

G-Funktion	Bedeutung
G00	Eilgang
G01	Geraden-Interpolation
G02	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn (I/J/K od. Radius P)
G03	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn (I/J/K od. Radius P)
G04	Verweilzeit
G17	Ebenen-Auswahl XY-Ebene
G18	Ebenen-Auswahl XZ-Ebene
G19	Ebenen-Auswahl YZ-Ebene
G20	Programmsprung mit & ohne Bedienung
G40	Keine Werkzeugradiuskorrektur
G41	Werkzeugradiuskorrektur LINKS
G42	Werkzeugradiuskorrektur RECHTS
G43	Werkzeugradiuskorrektur POSITIV
G44	Werkzeugradiuskorrektur NEGATIV
G53	Unterdrückung der Nullpunktverschiebungen
G54	Anwahl Nullpunktverschiebung #1
G55	Anwahl Nullpunktverschiebung #2
G56	Anwahl Nullpunktverschiebung #3
G57	Anwahl Nullpunktverschiebung #4
G59	Programmierbare additive Nullpunktverschiebung
G60	Programmierung der Beschleunigungs- und Bremsparameter A/B/C (siehe Setup-Programm)
G61	Zurücksetzen der A/B/C-Werte
G70	Eingabesystem ZOLL
G71	Eingabesystem METRISCH
G75	Arbeitszyklus: Lochkreisbohren
G77	Arbeitszyklus: 2D-Spline-Interpolation
G80	Abwahl der Arbeitszyklen
G81	Arbeitszyklus: Bohren
G82	Arbeitszyklus: Bohren mit Verweilzeit
G83	Arbeitszyklus: Tiefbohren
G85	Arbeitszyklus: Reiben
G86	Arbeitszyklus: Ausdrehen
G87	Arbeitszyklus: Rechtecktasche
G88	Arbeitszyklus: Nutenfräsen
G89	Arbeitszyklus: Kreistasche
G90	Absolutmaßangabe
G91	Kettenmaßangabe

Übersicht der M-Funktionen

M-Funktion	Bedeutung
M00	Programmierter Halt
M03 & M04	Spindelantrieb an
M05	Spindel und Kühlmittel STOP
M06	Werkzeugwechsel
M08	Kühlmittel EIN
M09	Kühlmittel STOP
M13 & M14	Spindel & Kühlmittel START
M17	Unterprogramm ENDE
M30	Programmende
M70	Spiegelanweisung löschen
M71	Spiegeln der X-Achse
M72	Spiegeln der Y-Achse
M73	Spiegeln der Z-Achse

Eckenrunden: Parameter „U“ mit G01

Unterprogrammaufruf mit Parameter „L“ und Angabe der Unterprogrammnummer

	R 00	R 01	R 02	R 03	R 04	R 05	R 06	R 07	R 08
F 81 Bohren			Sicherheits- abstand	Bohrtiefe	Vorschub				
G 82 Bohren m. Verweilzeit			Sicherheits- abstand	Bohrtiefe	Vorschub		Verweilzeit		
G 83 Tiefbohren	0: zurück auf Sicherheitsabstand 1: Zurück um Zustel- lung	Zustell- tiefe	Sicherheits- abstand	Bohrtiefe	Vorschub		Verweilzeit		
G 84 Gewinde- schneiden									
G 85 Reiben			Sicherheits- abstand	Reibtiefe	Vorschub		Verweilzeit		
G 86 Ausdrehen			Sicherheits- abstand	Ausdrehtiefe	Vorschub		Verweilzeit		
G 87 Rechteck- tasche	-1 = Feinbearbeitung 1 - 99 = 1% - 99% Durchm. Zustellung	Zustell- tiefe	Sicherheits- abstand	Taschentiefe	Vorschub- tiefe	Vorschub Tasche	2 = IM 3 = GEGEN Uhrzeigersinn	Tasche X	Tasche Y
G 88 Nutenfräsen		Zustell- tiefe	Sicherheits- abstand	Nuttiefe	Vorschub- tiefe	Vorschub Nut	2 = IM 3 = GEGEN Uhrzeigersinn	Nut-X	Nut-Y
G 89 Kreistasche	-1 = Feinbearbeitung 1 - 99 Zustellung	Zustell- tiefe	Sicherheits- abstand	Taschentiefe	Vorschub- tiefe	Vorschub Tasche	2 = IM 3 = GEGEN Uhrzeigersinn	RADIUS Kreistasche	

Spline-Interpolation G 77 (maximal 64 Stützpunkte)

R-Wert	Bedeutung
R 00	40: Ohne Radiuskorrektur 41: Radiuskorrektur Links 42: Radiuskorrektur rechts
R 01	Schritte zwischen den Stützpunkten (max. 64)
R 02	Sicherheitsabstand
R 03	Spline-Tiefe
R 04	Vorschub-Tiefe
R 05	Vorschub-Spline
R 06	Vergrößerungsfaktor
R 07	Ausfahrpunkt X
R 08	Ausfahrpunkt Y

Lochkreisbohren G 75

R-Wert	Bedeutung
R 00	Bohr-Modus (Tiefbohren)
R 01	Zustelltiefe
R 02	Sicherheitsabstand
R 03	Bohrtiefe
R 04	Bohrvorschub
R 05	Anzahl Löcher
R 06	Verweilzeit
R 07	Lochkreis-Radius
R 08	Startpunkt (Grad)
R 09	Bohrart (81/82/83)