



SIEB & MEYER
Befehle

SIEB & MEYER AG

Auf dem Schmaarkamp 21 ★ D-21339 Lüneburg ★ Deutschland
Telefon +49/4131/203-0 ★ Telefax +49/4131/38562

Die Texte dieses Handbuchs wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet.
SIEB & MEYER kann jedoch für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben
und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung,
noch irgendwelche Haftung übernehmen.

Technische Änderungen vorbehalten!
©SIEB & MEYER AG, Lüneburg

044-CNC-BED-SMBEFEHLE/R4-SM-DE-DN/DJ/FK
16. September 1998

1	Einleitung	5
1.1	Allgemeines	5
1.2	Wirkungsweise	5
2	Bohren	6
2.1	Allgemeines	6
2.2	G84 Loch nibbeln (knabbern)	8
2.3	G85 Schlitz nibbeln (knabbern)	9
2.4	M97 Klartext bohren	10
2.5	M98 Klartext bohren	10
2.6	V1 Doppel-Lochreihe bohren (<i>dual-in-line</i>)	12
2.7	V2 Lochreihe bohren	14
2.8	V3 Vierfach-Lochreihe bohren	15
2.9	V4 Kreisförmige Lochreihe bohren	18
3	Ausspänen	19
3.1	Allgemeines	19
3.2	G80 Ausspänfunktion AUS	20
3.3	G81 Ausspänfunktion EIN	20
4	Fräsen	23
4.1	Allgemeines	23
4.2	Programmierhinweise	26
4.2.1	Eine Frässtrecke	26
4.3	Zwei Frässtrecken	27
4.4	Zusammenhängende Frässtrecken	28
4.5	Fräsbefehle	29
4.5.1	G1 Gerade fräsen	29
4.5.2	G2 Kreisbogen fräsen	30
4.5.3	G3 Kreisbogen fräsen	30
4.5.4	G45 Loch fräsen (Kreis)	33
4.5.5	G46 Loch fräsen (Kreis)	33
4.5.6	G47 Scheibe fräsen (Kreis)	35
4.5.7	G48 Scheibe fräsen (Kreis)	35
4.5.8	G49 Loch fräsen (Rechteck/Quadrat)	37
4.5.9	G50 Loch fräsen (Rechteck/Quadrat)	37
4.6	Fräsfunktionen	39
4.6.1	D Ecke runden	39
4.7	F Fräsgeschwindigkeit	41
4.8	G6 Fräsen in der Z-Ebene	42
4.9	G11 Fertigfräsfunktion	43
4.9.1	G40 Fräserradiuskompensation AUS	44
4.9.2	G41 Fräserradiuskompensation EIN	44
4.9.3	G42 Fräserradiuskompensation EIN	44
5	Tiefenbohren/-fräsen	46
5.1	Allgemeines	46
5.2	G82 Tiefenbohren/-fräsen ausschalten	47
5.3	G83 Tiefenbohren/-fräsen einschalten	47
6	Nullpunkteinstellung (Klammertechnik)	49
6.1	Allgemeines	49
6.1.1	Versatzblock	50
6.1.2	Werkzeugwechsel	51
6.1.3	<i>Step and Repeat</i>	52
6.1.4	<i>Nested Step and Repeat</i> (geschachtelte Programme)	52
6.2	M30 Klammer ZU	54
6.3	M31 Klammer AUF	54
6.4	M50 Einfacher Versatz	55
6.5	M60 Drehung um 90°	56

6.6	M60M70 Spiegelung um Y-Achse, 90°-Drehung	57
6.7	M60M80 Spiegelung um X-Achse, 90°-Drehung	58
6.8	M60M90 Versatz mit 90°-Drehung	59
6.9	M70 Versatz und Spiegelung um Y-Achse	60
6.10	M80 Versatz und Spiegelung um X-Achse	61
6.11	M90 Versatz mit 180°-Drehung	62
6.12	M50V2 Nutzenreihe/Nutzenfeld	63
6.12.1	Nutzenreihe/Nutzenspalte	64
6.12.2	Nutzenfeld	64
7	Unterprogramme	66
7.1	M99 Aufruf eines Unterprogramms	67
7.2	@ Definition eines Unterprogramms	67
8	Verschiedenes	69
8.1	Allgemeines	69
8.2	Inkremental- und Absolutbetrieb	70
8.2.1	G90 Absolute Koordinate	70
8.2.2	G91 Inkrementale Koordinate	70
8.3	Fahr- und Arbeitsebene	72
8.3.1	H Abstand: Tisch zur Fahrebene	72
8.3.2	K Abstand: Plattenoberfläche zur Arbeitsebene	72
8.3.3	Z Abstand: Tisch zur Arbeitsebene	72
8.4	M20 Bedingter Stopp	73
8.5	M21 Maschinenspezifische Hilfsfunktion	74
8.6	M22 bis M27 Maschinenfunktionen	75
8.7	M34 bis M41 Maschinenfunktionen	75
8.8	M28 Fahren auf den Maschinennullpunkt	76
8.9	M29 Fahren auf die Parkposition	76
8.10	M47 Bedienerhinweis anzeigen	77
8.11	M49 COMM-Befehl ausführen	78
8.12	M92 Abschnitt skalieren AUS	80
8.13	M93 Abschnitt skalieren EIN	80
8.14	T Werkzeugwechsel	81
8.15	X,Y Koordinaten	83
8.16	/ Programmzeile ignorieren	84
8.17	() Kommentar	85
9	Anhang: Befehlsliste (alphabetisch)	86
10	Anhang: Änderungsdienst	88

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

In diesem Kapitel werden alle SIEB & MEYER Befehle des Formats 5000 beschrieben. Diese Beschreibung setzt die Softwareversion 17-00 oder höher voraus.

Die Befehle sind in Gruppen zusammengefaßt.

- ▶ Bohren (Nibbeln, Klartext, Lochreihen), Seite 6
- ▶ Ausspänen, Seite 19
- ▶ Fräsen (Fräsbefehle, Ecken runden, Fräserradiuskompensation), Seite 23
- ▶ Tiefenbohren/Tiefenfräsen Seite 46
- ▶ Nullpunkteinstellung (Klammern, Versatzeinstellungen, Nutzenfeld), Seite 49
- ▶ Unterprogramme, Seite 66
- ▶ Verschiedenes (absolut/inkremental, Fahr-/Arbeitsebene, Maschinenfunktionen, COMM-Befehle ausführen, usw.), Seite 69

Zu jedem Befehl finden Sie eine Vorschrift, wie der Befehl zu programmieren ist. GROSSbuchstaben sind Bestandteil des SIEB & MEYER-Befehlssatzes. Kleingeschriebene *kursive* Buchstaben müssen durch Ziffern ersetzt werden (Xx.xxxYy.yy steht für beliebige XY-Koordinaten: z. B. x123.456Y234.567)

Im Kapitel *Praktische Hinweise* finden Sie hilfreiche Informationen zum Thema: Ermitteln von Versatzkoordinaten und Versatzbedingungen (M50..M90)

Im Kapitel *Anhang: SIEB & MEYER Dateiformat* finden Sie Informationen zum Aufbau von ASCII-Dateien (Produktionsprogramme und Werkzeugparameter).

1.2 Wirkungsweise

SIEB & MEYER-Befehle wirken in der Programmzeile, in der sie programmiert sind oder gelten für den nachfolgenden Programmabschnitt. Enthält eine Programmzeile identische Befehle, berücksichtigt die CNC den Wert des letzten Befehls dieser Programmzeile.

Die Koordinatenangaben können zwei Bedeutungen haben. Zum einen enthält jede Koordinate einen Arbeitsauftrag ("hier bohren!" oder "ab hier/bis hier fräsen!"). Enthält eine Programmzeile allerdings einen Versatzbefehl (M50..M90), dient die Koordinate lediglich als Additionswert für alle Koordinaten des vorherigen Programmabschnitts (siehe auch den Abschnitt *Nullpunkteinstellung*, Seite 49).

x12.345Y23.456
x150.Y100.M50

Arbeitskoordinate (bohren/fräsen)

Versatzkoordinate. Während der Abarbeitung werden diese Koordinatenwerte zu jeder Bohr-/Fräskoordinate des vorherigen Programmabschnitts addiert. Der M-Befehl definiert eine eventuelle Drehung/Spiegelung.

2 Bohren

2.1 Allgemeines

Zum Bohren brauchen lediglich die Bohrkoordinaten programmiert zu werden. Die Koordinatenwerte können absolut (G90) oder inkremental (G91) programmiert sein.

`x10.y10.` Bohrung an der Koordinate X10.Y10.

Ein erforderlicher Werkzeugwechsel wird am Ende der Programmzeile eingefügt. Die Koordinaten der Programmzeile werden schon mit dem neuen Werkzeug gebohrt (siehe auch *T Werkzeugnummer* auf Seite ?).

`x10.y10.T2` Werkzeugwechsel auf T2 und anschließend erfolgt die Bohrung an der Koordinate X10.Y10.

Das Format 5000 enthält außerdem folgende Bohrfunktionen:

G84 G85	Loch nibbeln (knabbern), Seite 8 Schlitz nibbeln (knabbern), Seite ?
M97 M98	Klartext von links nach rechts bohren, Seite 10 Klartext von vorne nach hinten bohren
V1 V2 V3 V4	<i>dual-in-line</i> -Bauteil bohren, Seite ? Lochreihe bohren, Seite ? rechteckiges Bauteil, Seite ? rundes Bauteil, Seite ?

Die Koordinaten in Bohrprogrammen, die von einem CAD-System (Computer Aided Design) erstellt wurden, sind häufig nicht optimiert. Um lange Maschinenlaufzeiten zu vermeiden, sollten diese Bohrprogramme auf einem PC mit Hilfe eines Optimierprogramms überarbeitet werden. Ein Optimierprogramm für den PC ist z. B. die Software OPTIMIZE von SIEB & MEYER. Als Option erhalten können Sie auch ein Optimier-Programm für die CNC 45.00 (CONSOLE) erhalten. Für nähere Informationen wenden Sie sich bitte an den Maschinenhersteller.

Zum Bohren von Sacklöchern kann innerhalb des Produktionsprogramms die Bohrebene programmiert werden. Je nach Maschinenausstattung bezieht sich die Bohrebene auf die Tischoberfläche oder die Plattenoberfläche. Siehe hierzu den Abschnitt *Tiefenbohren / Tiefenfräsen* ab Seite 46.

Die Ausspänfunktion kann innerhalb des Produktionsprogramms beliebig ein- oder ausgeschaltet werden. Siehe auch den Abschnitt *Ausspänen* ab Seite ?.

COMM-Befehle, die das Bohren beeinflussen, können mit dem M49-Befehl in ein Produktionsprogramm eingefügt werden (z. B. `M49,BROK` aktiviert die Bohrerbruchüberwachung). Siehe auch das Kapitel *COMM-Befehle*.

CANT/NOCANT	Klartext lesrichtig/lagerichtig bohren
NIB NIBO/NONIBO NIBM1/NONIBM1	Randrauhigkeit beim Nibbeln (knabbern) sequentiell/alternierend nibbeln Durchmesser wird negativ/positiv interpretiert
BROK/NOBROK	Bohrerbruchkontrolle EIN/AUS
CHEK/NOCHEK	Kontrollbohrungsfunktion EIN/AUS

Während der Abarbeitung zählt die CNC die Bohrhöhe und zeigt den Wert im AUTOMATIK-Bildschirm hinter B CNT an (H CNT 1354 [= 12354 Bohrhöhe]). Siehe auch das Kapitel *AUTOMATIK*.

Wenn die Werkzeugnummern-Konvertierung eingeschaltet ist (COMM-OD), werden in der Werkzeugtabelle TOOLS und T CONVERT die Fräser mit einem negativen Durchmesser gekennzeichnet. Dadurch kann die CNC Bohrer und Fräser unterscheiden (z. B. T5D-2. definiert ein Werkzeug mit einem Durchmesser von 2.0 mm). Das Minuszeichen beeinflusst nicht die Fräserradiuskompensation! Siehe auch das Kapitel *Werkzeugparameter*

Die exakten Arbeitsparameter für Fräswerkzeuge (Eintauchgeschwindigkeit, Rückzuggeschwindigkeit, Drehzahl, max. Standzeit) entnehmen Sie den Unterlagen des Werkzeugherstellers. Die Werte definieren Sie in der Werkzeugtabelle TOOLS. Siehe auch das Kapitel *Werkzeugparameter*

Die zulässige Standzeit der Bohrer definieren Sie in der Werkzeugtabelle TOOLS mit dem Kennbuchstaben "N" (z. B. T5N3000 definiert eine Standzeit von 3000 Bohrhöhen). Die aktuelle Standzeit eines bereits benutzten Bohrers definieren Sie ebenfalls in der Werkzeugtabelle TOOLS mit dem Kennbuchstaben B (z. B. T5B1000 definiert eine Standzeitvorgabe von 10.00 m). Siehe auch das Kapitel *Werkzeugparameter*. Für unterschiedliche Materialien oder für das Ausspänen können mit den Befehlen COMM-NMAT oder COMM-NPEK Faktoren für die Standzeitählung definiert werden. Siehe auch das Kapitel *COMM-Befehle*

Wenn die Maschine mit einer Lasermeßstation ausgestattet ist, werden die Werkzeuglänge, der Durchmesser und die Rundlaufabweichung gemessen und überprüft. Siehe auch im Kapitel *COMM-Befehle* den Befehl COMM-TC.

2.2 G84 Loch nibbeln (knabbern)

Xx.xxxYy.yyy G84 Rr.rrr Loch nibbeln (knabbern) mit Radiusangabe

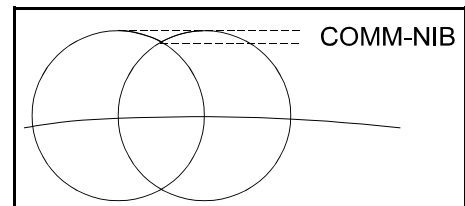
Xx.xxx Yy.yyy Mittelpunkt des Lochs

Rr.rrr Radius des Lochs

Es sind nur positive Radiuswerte zugelassen!

R	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	beliebig	mm	beliebig	Zoll

Mit dem G84-Befehl werden soviele Löcher nebeneinander gebohrt, bis ein rundes Loch entstanden ist (nibbeln=knabbern).



Folgende COMM-Befehle wirken im Zusammenhang mit der Nibbelfunktion (siehe auch das Kapitel *COMM-Befehle*):

COMM-NONIBO

Alternierendes Nibbeln (Standard). Die Randrauhigkeit wird mit dem COMM-Befehl NIB definiert. Der Lochabstand ist abhängig vom Werkzeugdurchmesser. Da der Werkzeugdurchmesser berücksichtigt wird, kann durch Ändern des Durchmesserwertes in der Werkzeigtabelle TOOLS der Lochdurchmesser manipuliert werden. Wird der Werkzeugdurchmesser kleiner definiert, ergibt sich während der Abarbeitung ein größeres Loch und umgekehrt.

COMM-NIBO

Sequentielles Nibbeln. Die Randrauhigkeit beträgt 13 µm. Die Löcher werden in einem konstanten Abstand von 0.381 mm gebohrt. Um ein gutes Bohrerergebnis zu erzielen, muß das Werkzeug einen Durchmesser von ca. 2.4 mm besitzen.

COMM-BROK2

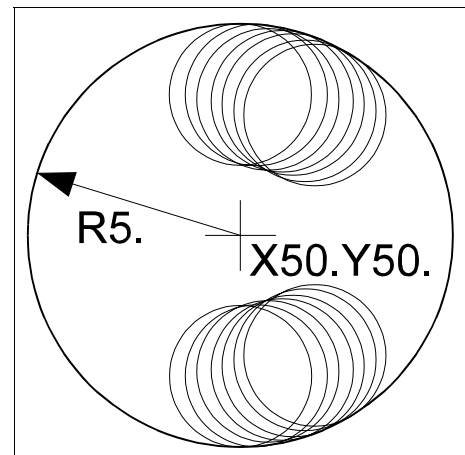
Die Bohrerbruchkontrolle wird während des Nibbelns und Ausspäns ausge­schaltet.

Beispiel

Bohrerdurchmesser = 2.4 mm

X50.Y50.G84R5.

X50.Y50. Lochmittelpunkt
G84 Funktion: Loch knabbern
R5. Radius = 5.0 mm



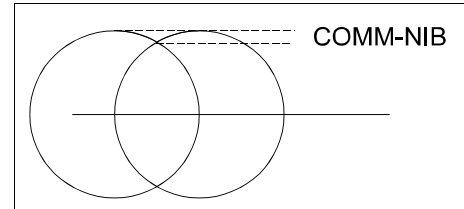
2.3 G85 Schlitz nibbeln (knabbern)

Xx.xxx1Yy.yyy1 G85 Schlitz nibbeln (knabbern)
Xx.xxx2Yy.yyy2

Xx.xxx1Yy.yyy1 Anfangspunkt des Schlitzes
 Xx.xxx2Yy.yyy2 Endpunkt des Schlitzes

Der G85-Befehl bohrt soviel Löcher nebeneinander, bis ein Schlitz entstanden ist (nibbeln=knabbern).

Folgende COMM-Befehle wirken im Zusammenhang mit der Nibbelfunktion (siehe auch das Kapitel *COMM-Befehle*):



COMM-NONIBO

Alternierendes Nibbeln (Standard). Die Randrauhigkeit wird mit dem COMM-Befehl NIB definiert. Der Lochabstand ist abhängig vom Werkzeugdurchmesser.

COMM-NIBO

Sequentielles Nibbeln. Die Randrauhigkeit beträgt 13 µm. Die Löcher werden in einem konstanten Abstand von 0.381 mm gebohrt. Um ein gutes Bohrerergebnis zu erzielen, muß das Werkzeug einen Durchmesser von ca. 2.4 mm besitzen.

COMM-BROK2

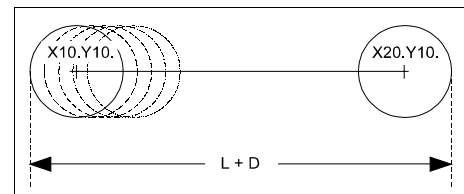
Die Bohrerbruchkontrolle wird während des Nibbelns und Ausspäns ausgeschaltet.

Schlitzlänge = Abstand der programmierten Punkte + Bohrerdurchmesser

Mit der CNC 25.05 können Sie das Nibbeln folgendermaßen simulieren: Wenn Sie einen 2.4 mm-Bohrer verwenden, multiplizieren Sie die Schlitzlänge mit 2.8. Als Ergebnis erhalten Sie die Anzahl der zu bohrenden Löcher. Für andere Bohrdurchmesser ändern Sie den Faktor. Programmieren Sie den Schlitz als Lochreihe mit dem V2-Befehl.

Beispiel

Im linken Beispielprogramm wird die Nibbel-Funktion benutzt. Abhängig vom Werkzeugdurchmesser ermittelt die CNC die erforderliche Anzahl von Bohrhüben. Der alternierende Bohrvorgang (neutrale Materialzustellung) ermöglicht auch den Einsatz eines relativ dünnen Werkzeugs. Im rechten Beispiel wird das Nibbeln durch die V2-Funktion (Lochreihe bohren) simuliert. Dabei wird ein Werkzeugdurchmesser von 2.4 mm vorausgesetzt.



(Nibbeln)
X10.Y10.G85
X20.Y10.

(LOCHREIHE)
X10.Y10.V2
X20.Y10.W28

X10.Y10. Anfangspunkt des Schlitzes
G85 Bohrfunktion: Schlitz nibbeln

X20.Y10. Endpunkt des Schlitzes. Die Schlitzlänge beträgt 10 mm + 2.4 mm = 12.4 mm

2.4 M97 Klartext bohren
2.5 M98 Klartext bohren

Xx.xxxYy.yyy M97, Klartext
Xx.xxxYy.yyy M98, Klartext

Klartext bohren in X-Richtung
 Klartext bohren in Y-Richtung

Xx.xxxYy.yyy
 Klartext

Referenzkoordinate für die 1. Bohrung
 beliebiger Text

Die Befehle M97 und M98 bohren Klartext parallel zu den Maschinenachsen.

M97 Klartext lesrichtig bohren in X-Richtung (links nach rechts)
M98 Klartext lesrichtig bohren in Y-Richtung (linksgedreht von vorne nach hinten)

Zwischen dem Befehl M97 oder M98 und dem Klartext muß ein Komma programmiert werden. Das Komma (,) wird nicht mitgebohrt. Alle Zeichen nach dem Komma werden gebohrt. Notwendige Werkzeugwechsel- oder Klammerbefehle müssen deshalb vor dem Klartextbefehl eingegeben werden. Siehe auch das Beispiel.

Zulässige Zeichen

- A..Z** GROSSBuchstaben
- 0..9** Ziffern
- + - /** mathematische Zeichen
- .,!?:;()** Satzzeichen
- “\$%** Sonderzeichen

Textfunktionen

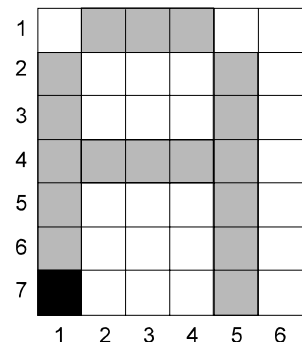
- *** Text bohren, der mit dem Befehl COMM-OPID definiert wurde (siehe Kapitel *COMM-Befehle*).
- &D** CNC-Datum bohren (mm/tt/jj)
- &T** CNC-Uhrzeit bohren (hh:mm:ss)
- &N** (nur SIEB & MEYER) Durchlaufnummer bohren (*run*).
 Beispiel: `x100.y100.M97,&D UM &T /&N - *`
 Nachdem der Bediener den Befehl COMM-OPID,4711 eingegeben hat, erzeugt dieser Beispielblock am 31. Juli 1998 um 13.05 Uhr während des dritten Durchlaufs den Text
`07/31/98 UM 13:05:21 /3 - 4711`

Sofern die Achslagen der Programmiermaschine und der Produktionsmaschine nicht identisch sind, muß die Produktionsmaschine auf die Achslage des Programmierplatzes umgeschaltet werden (COMM-FV). Danach wird der Klartext von der CNC leserichtig abgearbeitet. Wenn der Klartext auf der Produktionsmaschine gespiegelt abgearbeitet werden soll, muß der COMM-Befehl CANT verwendet werden. Siehe auch das Kapitel *COMM-Befehle*.

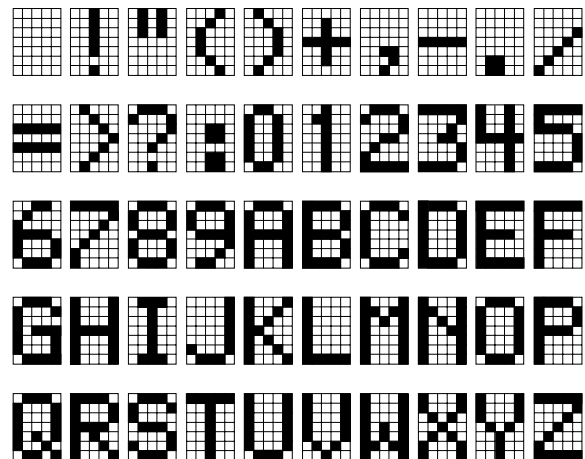
Die Klartextbuchstaben werden innerhalb einer 6x7-Matrix definiert. Referenzpunkt ist immer der Rasterpunkt RP(1,7).

Die Zeichengröße hängt vom Bohrerdurchmesser ab:

Zeichenhöhe = 7 · (Bohrerdurchmesser · 1.2)
 Zeichenbreite = 6 · (Bohrerdurchmesser · 1.2)



Darstellung der einzelnen Zeichen



Beispiel (Achsversion 1)

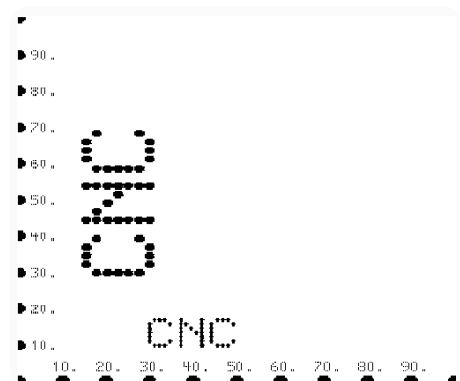
X30.Y10.T4 M97,CNC
X30.Y30.T5 M98,CNC

T4 Bohrerdurchmesser = D1.00
T5 Bohrerdurchmesser = D2.00

Daraus ergeben sich folgende Zeichengrößen:

T4-Höhe = $7 \cdot (1.00 \cdot 1.2) = 8.4 \text{ mm}$
T4-Breite = $6 \cdot (1.00 \cdot 1.2) = 7.2 \text{ mm}$

T5-Höhe = $7 \cdot (2.00 \cdot 1.2) = 16.8 \text{ mm}$
T5-Breite = $6 \cdot (2.00 \cdot 1.2) = 14,4 \text{ mm}$



2.6 V1 Doppel-Lochreihe bohren (*dual-in-line*)

Xx.xxx1Yy.yyy1 V1 Doppellochreihe im Raster 2.54 mm (=0.1 Zoll)
Xx.xxx2Yy.yyy2

Xx.xxx1Yy.yyy1 V1 Doppellochreihe im freien Raster
Xx.xxx2Yy.yyy2 Ww

Xx.xxx1Yy.yyy1 1. Eckpunkt
Xx.xxx2Yy.yyy2 diagonaler Eckpunkt

Die Eingabe eines W-Wertes ist nur notwendig, wenn das Standardraster von 2.54 (0.1 Zoll) geändert werden soll.

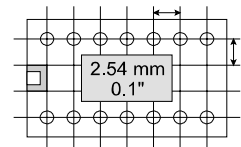
W	Bohrlöcher einer Reihe
Minimum	2
Maximum	65000

Der V1-Befehl bohrt zwei Lochreihen nebeneinander (z. B. für *dual-in-line*-Bauteile beliebiger Größe). Die Lochreihen müssen achsparallel liegen (sonst den V2-Befehl verwenden).

Zu Programmieren sind zwei diagonale Eckpunkte. Sofern die Position des zweiten Eckpunktes nicht mit dem erwarteten Raster übereinstimmt, korrigiert die CNC die Position selbständig. Dabei berücksichtigt die CNC folgende Gesichtspunkte:

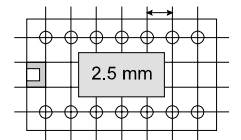
Standardraster = 2.54 mm (=0.1 Zoll)

Der diagonale Eckpunkt muß mit einer Genauigkeit von $\pm 1,27$ mm programmiert werden. Innerhalb dieser Abweichung wird die Position während der Abarbeitung von der CNC korrigiert.



Freidefinierbares Raster

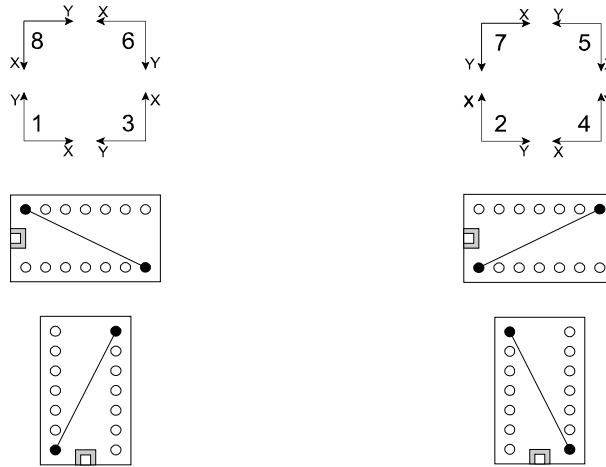
In der zweiten Programmzeile wird mit dem Parameter W die Anzahl der Bohrungen einer Reihe festgelegt. Ausgehend von der Lage des Bauteils errechnet die CNC zunächst den Lochabstand (Raster). Dieses errechnete Raster wird auf den Abstand der beiden Reihen übertragen. Der programmierte Wert wird ggf. korrigiert abgearbeitet.



Für beide Raster hängt die Lage der Lochreihen von zwei Kriterien ab:

- ▶ Achslage der Maschine
- ▶ programmierte Diagonale der Lochreihen

Die Reihenfolge der Programmierung der Eckpunkte ist nicht vorgeschrieben.



Beispiel (Achsversion 1)

(STANDARDRASTER)

X30.00Y70.00 V1

X45.24Y62.38

(FREIES RASTER)

X70.00Y30.00 V1

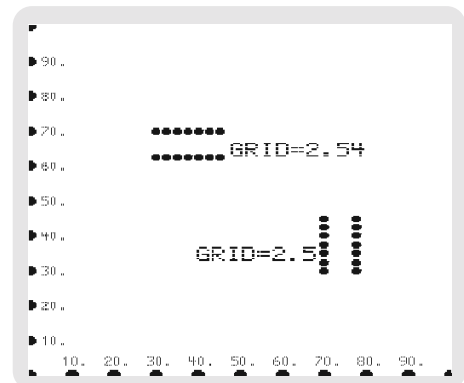
X77.50Y45.00 W7

X30.00Y70.00

V1

X45.24Y62.38

Lochreihen im Standardra-
ster, da kein W-Wert definiert
ist. Die Lochreihen liegen par-
allel zur X-Achse, da der X-
Wert des Diagonalkpunktes
größer und der Y-Wert des
Diagonalkpunktes kleiner ist
als die entsprechenden Werte des ersten Eckpunktes.



X70.00X30.00

V1 .. W7

X77.50Y45.00

Lochreihen im frei definierten Raster. Die Lochreihen liegen
parallel zur Y-Achse, da beide Werte des Diagonalkpunktes
größer als die Werte des ersten Eckpunktes sind. Für die Y-
Richtung wird daher auch das neue Raster ermittelt (Differenz
der beiden Y-Koordinaten geteilt durch die Anzahl der Zwischen-
räume in Y-Richtung: W7 minus 1): $(45.00 - 30.0) / 6 = 2.50$. Mit
diesem Rasterwert korrigiert die CNC ggf. den Abstand der bei-
den Reihen, wenn die programmierten Werte nicht exakt stim-
men.

2.7 V2 Lochreihe bohren

Xx.xxx1Yy.yyy1 V2 Lochreihe bohren mit Angabe der Lochanzahl
Xx.xxx2Yy.yyy2 Ww

Xx.xxx1Yy.yyy1 Anfangspunkt der Lochreihe
 Xx.xxx2Yy.yyy2 Endpunkt der Lochreihe

Die Anzahl der Löcher der Lochreihe (inklusive Anfangs- und Endbohrung) wird mit dem Parameter W definiert.

W	Bohrlöcher einer Reihe
Minimum	2
Maximum	65000

Der V2-Befehl ermöglicht das Bohren einer Lochreihe unter beliebigem Winkel. Die Anzahl der Löcher in der Reihe wird mit dem Parameter W bestimmt. In der Anzahl sind das Anfangs- und das Endloch enthalten. Die Löcher werden im gleichen Abstand zueinander gebohrt. Der Abstand errechnet sich folgendermaßen:

$$\text{Abstand} = \frac{P2 - P1}{W - 1}$$

P1 Koordinaten der ersten Bohrung
 P2 Koordinaten der letzten Bohrung
 W Anzahl der Löcher in der Lochreihe

Beispiel

x10.y10.v2
 x60.y30.w12

Es wird eine Lochreihe von insgesamt 12 Löchern gebohrt. Die erste Bohrung liegt bei X10.Y10. Die letzte Bohrung liegt bei X60.Y30. Die übrigen 10 Löcher verteilt die CNC mit gleichem Abstand.

$$\text{Abstand} = \frac{X60.00Y30.00 - X10.00Y10.00}{12 - 1}$$

$$\text{Abstand} = \frac{X50.00Y20.00}{11}$$

$$\text{Abstand} = \underline{X4.545Y1.818}$$

2.8 V3 Vierfach-Lochreihe bohren

Xx.xxx1Yy.yyy1 V3 Vierfach-Lochreihe im Standardraster 2,54 mm (=0.1")
Xx.xxx2Yy.yyy2

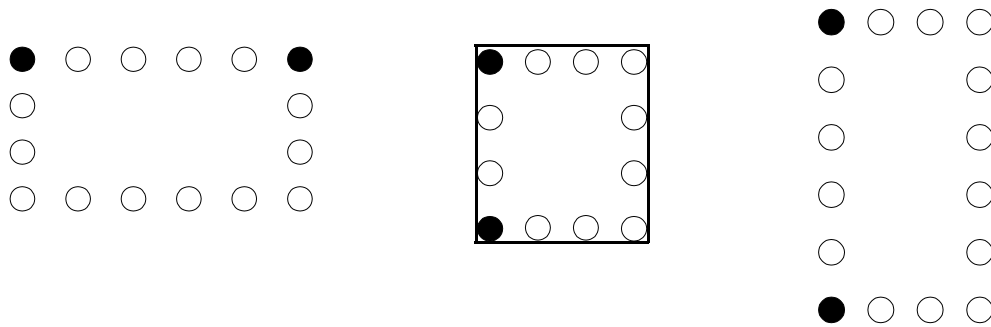
Xx.xxx1Yy.yyy1 V3 Vierfach-Lochreihe im frei definierbaren Raster
Xx.xxx2Yy.yyy2 Ww

Xx.xxx1Yy.yyy1 1. Eckpunkt
Xx.xxx2Yy.yyy2 diagonaler Eckpunkt

Die Eingabe eines W-Wertes ist nur notwendig, wenn das Standardraster von 2.54 (0.1 Zoll) geändert werden soll.

W	Bohrlöcher einer Reihe
Minimum	2
Maximum	65000

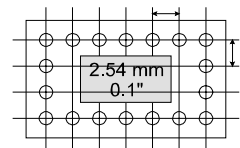
Der V3-Befehl bohrt eine Vierfach-Lochreihe für Bauteile, die rechteckig (quadratisch) angeordnete Lochreihen benötigen (z. B. für PLCD, KLCD usw.).



Die Lochreihen müssen achsparallel liegen (sonst den V2-Befehl verwenden). Es sind zwei Eckpunkte zu programmieren. Die CNC berechnet während der Abarbeitung den Abstand und die exakten Positionen der Bohrungen. Sofern die Position des zweiten Eckpunktes nicht mit dem erwarteten Raster übereinstimmt, korrigiert die CNC die Position selbständig. Dabei berücksichtigt die CNC folgende Gesichtspunkte:

Standardraster = 2.54 mm (=0.1 Zoll)

Der diagonale Eckpunkt muß mit einer Genauigkeit von $\pm 1,27$ mm programmiert werden. Innerhalb dieser Abweichung wird die Position während der Abarbeitung von der CNC korrigiert.

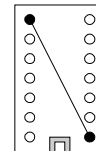
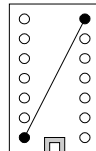
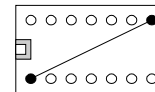
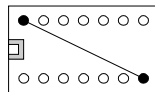
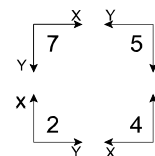
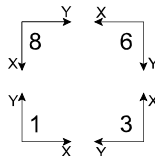
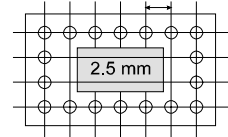


Für die Programmierung einer Vierfach-Lochreihe (Quadrat oder Rechteck) im Standardraster kann eine beliebige Diagonale gewählt werden. Wenn der Diagonalepunkt nicht exakt programmiert ist (± 1.27 mm = 0.05"), positioniert die CNC die Bohrung auf den nächsten Rasterpunkt.

Freidefinierbares Raster

Für die Programmierung im frei definierbaren Raster muß für eine Richtung das Raster bestimmt werden. Dazu benötigt die CNC

- ▶ die Definition der Anzahl der Löcher für diese Richtung (Definitionslochreihe). Der Parameter W in der zweiten Programmzeile definiert die Anzahl der Bohrungen einer Reihe.
- ▶ die Definition der Lage des Bauteils (Richtung der Definitionslochreihe). Ausgehend von der Lage des Bauteils errechnet die CNC zunächst den Lochabstand (Raster). Dieses errechnete Raster wird auf den Abstand der beiden Reihen übertragen. Der programmierte Wert wird ggf. korrigiert abgearbeitet. Die Reihenfolge der Programmierung der Eckpunkte ist nicht vorgeschrieben.



Beispiele (Achsversion 1)

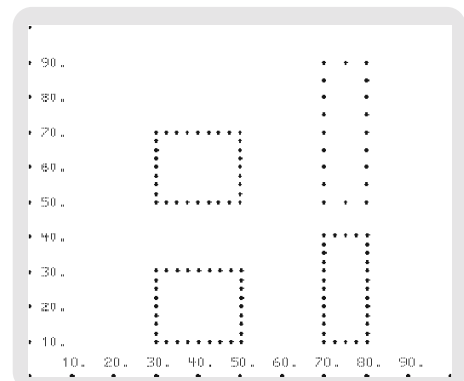
- X30.Y10.V3 T1 (Eckpt. Quadrat I: 2.54 mm)
- X50.Y30. (DIAGONALPUNKT)
- X70.Y10.V3 (Eckpt Rechteck II: 2.54 mm)
- X80.Y40. (DIAGONALPUNKT)
- X30.Y50.V3 (Eckpt. Quadrat III: 2.5 mm)
- X50.Y70.W9 (DIAGONALPUNKT)
- X70.Y50.V3 (Eckpkt Rechteck IV: 5.0 mm)
- X80.Y90.W9 (DIAGONALPUNKT)

X30.Y10.V3
X50.Y30.

Quadrat im Standardraster (0.1"), da kein W-Wert programmiert ist (Abbildung: links unten).

X70.Y10.V3
X80.Y40

Rechteck im Standardraster (0.1"), da kein W-Wert programmiert ist (Abbildung: rechts unten).



X30.Y50.V3
X50.Y70.W9

Aus W9 und der programmierten Lage (X-Richtung) errechnet die CNC das neue Raster (Abbildung: links oben). Dieses Raster wird auf die Lochreihen in Y-Richtung übertragen.

$$\text{Abstand} = \frac{X50.00 - X30.00}{9 - 1}$$

$$\text{Abstand} = \frac{X20.00}{8}$$

$$\text{Abstand} = \underline{X2.5}$$

X70.Y50.V3
X80.Y90.W9

Aus W9 und der programmierten Lage (Y-Richtung) errechnet die CNC das neue Raster (Abbildung: rechts oben). Dieses Raster wird auf die Lochreihen in X-Richtung übertragen.

$$\text{Abstand} = \frac{Y90.00 - Y50.00}{9 - 1}$$

$$\text{Abstand} = \frac{Y40.00}{8}$$

$$\text{Abstand} = \underline{Y5.0}$$

2.9 V4 Kreisförmige Lochreihe bohren

Xx.xxx1Yy.yyy1 V4 kreisförmige Lochreihe bohren
Xx.yyy2Yy.yyy2 Ww

Xx.xxx1Yy.yyy1 Kreismittelpunkt
 Xx.yyy2Yy.yyy2 beliebige Bohrung auf dem Kreisbogen
 Ww Anzahl der Löcher

Die Anzahl der Löcher der Lochreihe (inklusive Anfangs- und Endbohrung) wird mit dem Parameter W definiert.

W	Wiederholungen
Minimum	2
Maximum	65000

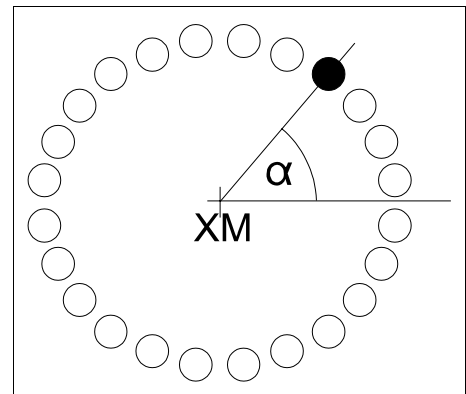
Der V4-Befehl bohrt Löcher auf einer Kreisbahn. Es sind zu programmieren:

- ▶ der Mittelpunkt,
- ▶ eine beliebige Bohrung auf dem Kreisbogen
- ▶ die Anzahl der Löcher

Die exakten Positionen der Bohrungen berechnet die CNC während der Abarbeitung. Die Koordinaten für die Bohrung auf dem Kreisbogen lassen sich auch aus einem gegebenen Radius und dem Winkel α ermitteln.

$$x.xxx = r.rrr \cdot \sin(\alpha)$$

$$y.yyy = r.rrr \cdot \cos(\alpha)$$



Beispiel

X50.Y50.V4 T1
X82.Y50.W12
X50.Y50.V4 T2
X80.Y50.W60

X50.Y50.V4
X82.Y50.W12

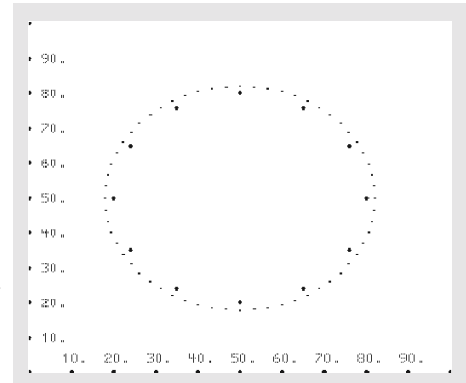
12 Löcher auf einer Kreisbahn. Der Radius errechnet sich nach dem Pythagoras:

$$r.rrr = \sqrt{x.xxx^2 + y.yyy^2}$$

$$r.rrr = \sqrt{(X82. - X50.)^2 - (Y50. - Y50.)^2}$$

$$r.rrr = \sqrt{X32.^2 - Y0^2}$$

$$r.rrr = 32.$$



X50.Y50.V4
X80.Y50.W60

60 Löcher auf einer Kreisbahn.

3 **Ausspänen**

3.1 **Allgemeines**

Die Ausspänfunktion kann innerhalb des Produktionsprogramms beliebig ein- und ausgeschaltet werden. Sinnvolle Anwendungen sind z. B.

- ▶ Sacklochbohrungen. Durch den Spanauswurf wird der Lochboden nicht vom Span "ausgehöhlt".
- ▶ Dünne Werkzeuge. Durch den Spanauswurf ist die Gefahr eines Werkzeugbruchs geringer.
- ▶ Dicke Werkzeuge. Bessere Abkühlung durch weniger Materialkontakt.

Die CNC stellt zwei Ausspänverfahren zur Verfügung. Die Umschaltung erfolgt mit den Befehlen COMM-SPEK und COMM-NOSPEK.

COMM-SPEK

Die Ausspänwerkzeuge und die dazugehörigen Ausspänparameter werden in den Werkzeugtabellen PECK DRILLING definiert. Siehe auch das Kapitel *Werkzeugtabellen*.

COMM-NOSPEK

Die Ausspänparameter werden direkt im Produktionsprogramm definiert, sind werkzeugunabhängig und können im Programm beliebig geändert werden. Nähere Informationen siehe nächste Seite.

3.2 G80 Ausspänfunktion AUS

3.3 G81 Ausspänfunktion EIN

Xx.xxxYy.yyy G80

Ausspänfunktion AUS

Xx.xxxYy.yyy G81 li.iii Pp Jj.jjj Ww

Ausspänen einschalten

Xx.xxxYy.yyy

Die Koordinate wird schon mit der aktivierten Funktion gebohrt.

li.iii

Anbohrerebene und oberer Umkehrpunkt der Z-Achse während des Ausspänehmens

Pp

Prozentwert für Eintauchgeschwindigkeit bis zur Anbohrerebene li.iii

Jj.jjj

Ausspänbohrhub

Ww

Faktor für das kontinuierliche Herabsetzen der Ausspänbohrhübe

Für I und J sind nur positive Werte zugelassen.

I J	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	beliebig	mm	beliebig	Zoll

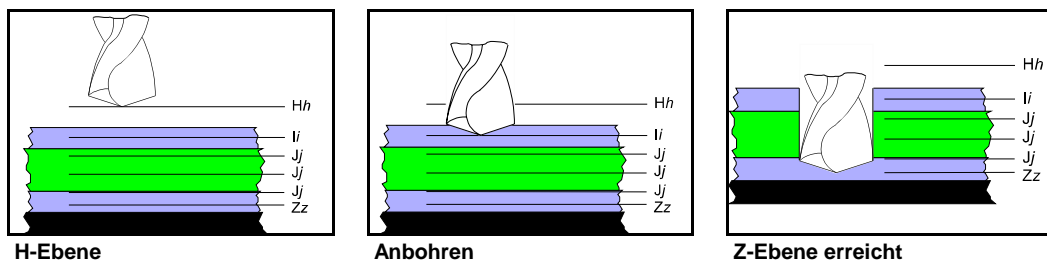
Für P sind nur positive Werte zugelassen.

P	Prozent-Wert	
Minimum	0	%
Maximum	1000	%

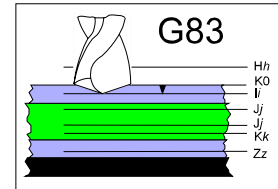
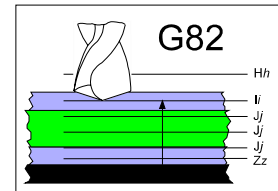
Für W sind nur positive Werte zugelassen. Für die Leiterplattenproduktion sollte immer W1000 programmiert werden.

W	Promille-Wert	
Minimum	0	‰
Maximum	1000	‰

Der G81-Befehl aktiviert die Ausspänfunktion. Der G80-Befehl deaktiviert die Ausspänfunktion. Ausspänen heißt: Eine Bohrung wird in mehreren Bohrhüben ausgeführt.



Für das Ausspänen müssen folgende Parameter programmiert werden (siehe auch das Beispiel auf Seite 22). Die Werte der Ausspänparameter bleiben auch dem Deaktivieren der Ausspänfunktion erhalten.



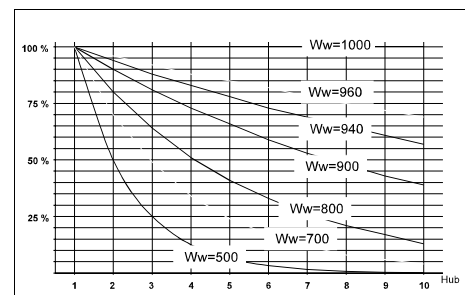
li.iii Pp

Anbohrerebene und Eintauchfaktor. Bis zur Anbohrerebene I erfolgt der erste Bohrhub einer Ausspänbohrung. Die Anbohrerebene bezieht sich auf die aktuelle Bezugsebene (G82, G83). Für jeden Ausspänbohrhub ist die Anbohrerebene gleichzeitig der obere Umkehrpunkt der Z-Achse. Die Eintauchgeschwindigkeit bis zur Anbohrerebene kann mit dem Eintauchfaktor P herabgesetzt werden (100 % entspricht dem Parameter F (Eintauchgeschwindigkeit) der Werkzeugtabelle TOOLS).

$$F_{\text{Anbohr}} = (\text{Werkzeugparameter F}) \cdot (\text{Eintauchfaktor P \%})$$

Jj.jjj Ww

Ausspänbohrhub und Ausspänfaktor. Jeder Ausspänbohrhub beträgt konstant *j.jjj* mm (Voraussetzung: W1000). Die Eintauchgeschwindigkeit eines jeden Ausspänbohrhubs entspricht der Eintauchgeschwindigkeit, die in der Werkzeugtabelle TOOLS (Kennbuchstabe F) definiert ist. Mit einem W-Wert kleiner 1000 können die Ausspänhübe kontinuierlich verringert werden. Errechnet die CNC einen Ausspänhub kleiner 1 µm, wird die Ausspänbohrung abgebrochen und es erfolgt im Betriebszustand AUTOMATIK die Fehlermeldung **ZIELEBENE G81**. Im Diagramm sind für einige Ausspänfaktoren die Bohrhubkurven in Abhängigkeit von der Anzahl der Ausspänbohrhübe aufgezeichnet. Beispiel für die Berechnung des Ausspänhubes unter Berücksichtigung des W-Wertes W500 ($500 \pm 500 \text{‰} \pm 0.5$)



X10.Y20. I4.5 P20 J1.2 W500 Z2.

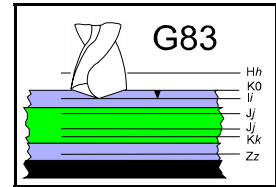
Ausspänhub	Rechnung	Hub	erreichte Tiefe
1.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^0$	1.200 mm	4.500 mm - 1.200 mm = 3.300 mm
2.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^1$	0.600 mm	3.300 mm - 0.600 mm = 2.700 mm
3.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^2$	0.300 mm	2.700 mm - 0.300 mm = 2.400 mm
4.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^3$	0.150 mm	2.400 mm - 0.150 mm = 2.250 mm
5.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^4$	0.075 mm	2.250 mm - 0.075 mm = 2.175 mm
6.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^5$	0.037 mm	2.325 mm - 0.037 mm = 2.138 mm
7.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^6$	0.018 mm	2.288 mm - 0.018 mm = 2.119 mm
8.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^7$	0.009 mm	2.119 mm - 0.009 mm = 2.110 mm
9.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^8$	0.004 mm	2.110 mm - 0.004 mm = 2.106 mm
10.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^9$	0.002 mm	2.106 mm - 0.002 mm = 2.104 mm
11.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^{10}$	0.001 mm	2.104 mm - 0.001 mm = 2.103 mm
12.	$1.2 \text{ mm} \cdot 0.500^{11}$	0.0005 mm	ZIELEBENE G81

In diesem Beispiel wird der Bohrvorgang nach dem 11. Ausspänhub mit der Meldung **ZIELEBENE G81** abgebrochen, da die Z-Ebene Z2. nie erreicht werden würde.

Eine Ausspänbohrung gliedert sich in folgende Einzelschritte:

- ▶ Anfahren der Bohrposition.
- ▶ Absenken des Bohrers auf die Anbohr Ebene I
 - G82: Gemessen von der Tischoberfläche (z. B. I4.5)
 - G83: Gemessen von der Plattenoberfläche (z. B. I0.5)

Die Eintauchgeschwindigkeit errechnet sich aus der Eintauchgeschwindigkeit F der Werkzeugtabelle TOOLS multipliziert mit dem Eintauchfaktor P.
- ▶ Absenken des Bohrers auf die erste Ausspänebene. Die Eintauchgeschwindigkeit entspricht der Eintauchgeschwindigkeit F in der Werkzeugtabelle TOOLS.
- ▶ Hochziehen des Bohrers auf die Anbohr Ebene I.
- ▶ Wiederholen der letzten beiden Schritte (absenken; hochziehen) bis die Lochtiefe erreicht ist.
 - G82: Gemessen von der Tischoberfläche (z. B. Z2.0)
 - G83: Gemessen von der Plattenoberfläche (z. B. K3.5). Wenn die Z-Ebene vor der K-Ebene erreicht ist, wird der Bohrhub mit der Fehlermeldung α **EBENE n. oK z#** abgebrochen (#=Z-Achsen-Nummer).
- ▶ Nach Beendigung der Ausspänbohrung wird der Bohrer bis zur Fahrebene hochgezogen.



Beispiel

Werkstück	4,0 mm hoch
Tischauflage	1,5 mm hoch
Bezugsebene	Tischoberfläche (G82)
Z-Ebene	1,0 mm oberhalb der Tischoberfläche
Eintauchgeschwindigkeit F für T2	5 m/min (in Werkzeugtabelle TOOLS)

Im Produktionsprogramm steht folgende Programmzeile:

`X123.456Y789.123T2 G81I5.P80 J1.4W1000`

- I5.** Anbohr Ebene ($i = 5$ mm von der Tischoberfläche). Der erste Bohrhub erfolgt bis zur Anbohr Ebene. Da die Tischauflage und das Werkstück zusammen 5,5 mm hoch sind (4 mm + 1,5 mm), dringt der Bohrer 0,5 mm in das Werkstück ein. Für die nachfolgenden Ausspänbohrhübe bestimmt die Anbohr Ebene außerdem den oberen Umkehrpunkt (= 5 mm).
- P80** Prozentsatz der Eintauchgeschwindigkeit für das Anbohren. Die Eintauchgeschwindigkeit beträgt nun 4 m/min (= 5 m/min · 80 %).
- J1.4** Ausspänhub. Jeder Ausspänhub beträgt 1.4 mm, da $W=1000$ ist. Die Ausspänhübe werden mit der Eintauchgeschwindigkeit von 5 m/min gebohrt.
- w1000** Mit J1.4 W1000 betragen die Ausspänbohrhübe:

Hub	Formel	Rechnung	Bohrung	Gesamthub
1.	$J \cdot W^0$	$1.4 \text{ mm} \cdot 1^0$	1.400 mm	1.400 mm
2.	$J \cdot W^1$	$1.4 \text{ mm} \cdot 1^1$	1.400 mm	2.800 mm
3.	$J \cdot W^2$	$1.4 \text{ mm} \cdot 1^2$	1.400 mm	4.000 mm*

- * Nach dem dritten Bohrhub sind die 4 mm gebohrt und die Z-Ebene (1 mm) wird rechnerisch unterschritten. Damit ist die Bohrung ausgeführt. Die CNC verhindert automatisch ein Unterschreiten der Z-Ebene.

4 Fräsen

4.1 Allgemeines

Das SIEB & MEYER-Format 5000 stellt folgende Fräsbefehle zur Verfügung.

G1	Gerade fräsen (Seite 29)
G2 und G3	Kreisbogen fräsen* (Seite 30)
G45 und G46	Loch fräsen*: Kreis (Seite 33)
G47 und G48	Scheibe fräsen*: Kreis (Seite 35)
G49 und G50	Loch fräsen*: Quadrat/Rechteck (Seite 37)

* Die Fräsrichtung ist abhängig von der Koordinatenlage (im Uhrzeigersinn/gegen den Uhrzeigersinn)

Zusätzliche Funktionen ergänzen die Fräsbefehle.

D	Ecke runden (Seite 39)
F	Fräsgeschwindigkeit (Seite 41)
G6	Rampe fräsen (Seite 42)
G11	Fertigfräsen*: Druckfuß absenken, Absaugung ausschalten, usw. (Seite 43)
G40	Fräserradiuskompensation AUS (Seite 44)
G41	Fräserradiuskompensation EIN
G42	Fräserradiuskompensation EIN

* Maschinenabhängig

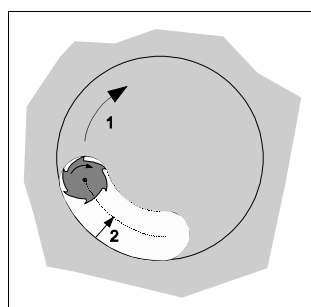
Wirkung

Die SIEB & MEYER-Fräsbefehle brauchen nicht in jeder Programmzeile programmiert werden. Sie sind solange aktiv, bis zum Auftreten eines neuen Fräsbefehls oder dem Auftreten des T0-Befehls.

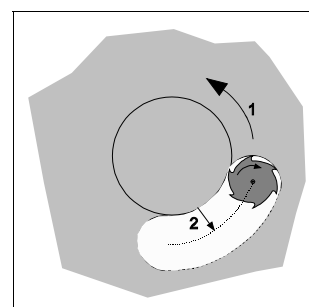
Fräskanten

Um saubere Fräskanten zu erhalten, beachten Sie folgende Regeln

- ▶ Lochfräsungen (linkes Bild) erfolgen Uhrzeigersinn (1). Die Fräserradiuskompensation muß nach rechts programmiert werden.
- ▶ Außenfräsungen (rechtes Bild) erfolgen gegen den Uhrzeigersinn. Die Fräserradiuskompensation muß ebenfalls nach rechts programmiert werden.
- ▶ Fräsprogramme sollten daher nicht gespiegelt abgearbeitet werden!



Style AbbNr verwenden! Loch fräsen



Style AbbNr verwenden! Scheibe fräsen

Absolut/Inkremental

Fräskoordinaten können absolut (G90) oder inkremental (G91) programmiert werden.

Absolut Koordinatenwerte beziehen sich auf den Programmnullpunkt
 Inkremental Koordinatenwerte beziehen sich auf die vorherige Koordinate

Fräserradiuskompensation

Der Fräserradius kann mit den Befehlen G41 oder G42 kompensiert werden. Der Einstichpunkt wird von der CNC automatisch ermittelt.

Doppelte Fräskoordinaten

In direkt aufeinanderfolgenden Programmzeilen dürfen keine identischen Fräskoordinaten programmiert werden. Während der Abarbeitung erscheint sonst die Fehlermeldung PUNKT DOPPELT DEFINIERT.

Frässtrecke im Unterprogramm

Am Ende eines Unterprogramms wird das Fräsen automatisch abgeschlossen (entspricht dem Befehl T0).

COMM-Befehle für Fräsprogramme

COMM-Befehle, die die Abarbeitung einer Fräsung beeinflussen, können mit dem M49-Befehl in ein Produktionsprogramm eingefügt werden (z. B. **M49, PF120** erhöht alle nachfolgenden Fräsengeschwindigkeiten auf 120 %). Siehe auch das Kapitel *COMM-Befehle*.

GCIR	Kreise werden zweimal gefräst.
PF	Fräsengeschwindigkeit ändern
RC	Offset für die Fräserradiuskompensation
MA	Absaugung aus (maschinenabhängig)

Frässtreckenzähler

Während des Fräsens zählt die CNC die gefrästen Strecken und zeigt den Wert im AUTOMATIK-Bildschirm hinter F CNT in Meter an (**F CNT 12.345** [= 12.345 m]). Siehe auch das Kapitel *Automatik*.

Fräsererkennung bei Werkzeugkonvertierung

Wenn die Werkzeugnummern-Konvertierung eingeschaltet ist (COMM-OD), werden in der Werkzeugtabelle TOOLS und T CONVERT die Fräser mit einem negativen Durchmesser gekennzeichnet. Dadurch kann die CNC Fräser und Bohrer unterscheiden (z. B. **T5D-2** definiert ein Werkzeug mit einem Durchmesser von 2.0 mm). Das Minuszeichen beeinflusst nicht die Fräserradiuskompensation! Siehe auch das Kapitel *Werkzeugtabellen*.

Fräsparameter

Die exakten Arbeitsparameter für Fräswerkzeuge (Eintauchgeschwindigkeit, Rückzuggeschwindigkeit, Drehzahl, max. Standzeit) entnehmen Sie den Unterlagen des Werkzeugherstellers. Die Werte definieren Sie in der Werkzeugtabelle TOOLS. Siehe auch das Kapitel *Werkzeugtabellen*.

Fräserstandzeit

Die zulässige Standzeit der Fräswerkzeuge definieren Sie in der Werkzeugtabelle TOOLS mit dem Kennbuchstaben "N" (z. B. T5N3000 definiert eine Standzeit von 30.00 m). Die aktuelle Standzeit eines bereits benutzten Fräswerkzeugs definieren Sie ebenfalls in den Werkzeugtabelle TOOLS mit dem Kennbuchstaben C (z. B. T5C1000 definiert eine Standzeitvorgabe von 10.00 m). Siehe auch das Kapitel *Werkzeugtabellen*.

Werkzeug vermessen

Wenn die Maschine mit einer Lasermeßstation ausgestattet ist, wird die Rundlaufabweichung als Durchmesser interpretiert (=runout). Siehe auch im Kapitel *COMM-Befehle* den Befehl COMM-TC.

Fräsebene

Zum Fräsen von Nuten kann innerhalb des Produktionsprogramms die Fräsebene programmiert werden. Je nach Maschinenausstattung bezieht sich die Fräsebene auf die Tischoberfläche oder die Plattenoberfläche. Siehe hierzu den Abschnitt *Tiefenbohren / Tiefenfräsen* ab Seite 46.

Fertigfräsfunktion

Fräsmaschinen besitzen verschiedene Zusatzeinrichtungen, die vom Maschinentyp abhängen (z. B. Druckfuß, Absaugung, usw.). Die Arbeitsweisen dieser Zusatzeinrichtungen werden vom Maschinenhersteller definiert. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte den Unterlagen des Maschinenherstellers. Generell unterstützt die CNC folgende Funktionen:

- ▶ G11-Distanz. Vor dem Ende einer gesamten Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt und der G11-Ausgang aktiviert. Durch diesen Ausgang können z. B. der Druckfuß und die Absaugung betätigt werden.
- ▶ G11-Geschwindigkeit. Mit der G11-Geschwindigkeit wird die G11-Distanz gefräst.
- ▶ Zeit für Absaugung AUS. Vor dem Ende einer Frässtrecke wird die Absaugung abgeschaltet, unabhängig davon, ob die G11-Funktion aktiv ist oder nicht.

Nähere Informationen finden Sie auf Seite 43.

4.2 Programmierhinweise

4.2.1 Eine Frässtrecke

Für die Programmierung einer Fräsung werden mindestens drei Programmzeilen benötigt.

1. Zeile Koordinaten des Fräsanfangs und eventueller Werkzeugwechsel. Außerdem muß ein T0-Befehl programmiert werden, um ein vorzeitiges Absenken der Z-Achse zu verhindern. Eine erforderliche Fräserradiuskompensation braucht nicht berücksichtigt werden.
2. Zeile Koordinaten des Fräsendes und die notwendigen Fräsbefehle und deren Parameter. Hier wird auch die benötigte Fräserradiuskompensation programmiert.
3. Zeile In einer separaten Programmzeile muß ein T0-Befehl programmiert werden, um das Werkzeug aus dem Material herauszuziehen.

Das Beispielprogramm beschreibt eine Geradenfräsung von X100.Y100. nach X110.Y100. Die Fräsgeschwindigkeit beträgt 1.5 m/min. Als Werkzeug wird ein Werkzeug der Nummer T5 verwendet.

```
X100.Y100.T0T5  
X110.Y100.G1F1.5  
X110.Y100.T0
```

X100.Y100.	Anfangspunkt der Frässtrecke
T5	Werkzeugwechsel auf das Fräswerkzeug
T0	Positionieren mit hochzogener Z-Achse
X110.Y100.	Endpunkt der Geraden
G1	Fräsbefehl: Gerade
F1.5	Fräsgeschwindigkeit = 1.5 m/min
X110.Y100.	Endpunkt der Frässtrecke
T0	Die Z-Achse wird hochgezogen

4.3 Zwei Frässtrecken

In den Beispielprogrammen sind jeweils zwei Geraden programmiert. Die erste Fräsung beginnt bei X100.Y100. und endet bei X110.Y100. Die zweite Fräsung beginnt bei X200.Y200. und endet bei X220.Y200. Als Werkzeug wird T5 verwendet. Die Fräsengeschwindigkeit beträgt 1.5 m/min.

Das rechte Programm zeigt, daß der T0-Befehl am Ende der ersten Fräsung nicht unbedingt notwendig ist. Für die Übersichtlichkeit des Programms und eine spätere Nachbearbeitung (z. B. Umstellen oder Kopieren der Frässtrecken) empfiehlt sich immer die linke Programmierweise! Die Abarbeitungszeit ist in beiden Fällen identisch.

<pre>(STANDARDPROGRAMMIERUNG) X100.Y100.T0T5 X110.Y100.G1F1.5 X110.Y100.T0 (ANFANG: 2. FRAESSTRECKE) X200.Y200.T0 X220.Y200.G1 X220.Y200.T0</pre>	<pre>(VERKUERZTE PROGRAMMFORM) X100.Y100.T0T5 X110.Y100.G1F1.5 (X110.Y100.T0 ENTFAELLT) (ANFANG: 2. FRAESSTRECKE) X200.Y200.T0 X220.Y200.G1 X220.Y200.T0</pre>
---	--

<pre>X100.Y100. T5 T0</pre>	<p>Anfangspunkt der 1. Frässtrecke Werkzeugwechsel auf das Fräswerkzeug Positionieren mit hochgezogener Z-Achse</p>
<pre>X110.Y100. G1 F1.5</pre>	<p>Endpunkt der Geraden Fräsbefehl: Gerade Fräsengeschwindigkeit = 1.5 m/min</p>
<pre>X110.Y100. T0</pre>	<p>Endpunkt der 1. Frässtrecke Herausziehen des Fräasers</p>
<pre>X200.Y200. T0</pre>	<p>Anfangspunkt der 2. Frässtrecke Positionieren mit hochgezogener Z-Achse. Die Werkzeugnummer bleibt T5.</p>
<pre>X220.Y200. G1</pre>	<p>Endpunkt der Geraden Fräsbefehl: Gerade (muß neu programmiert werden, da durch den T0-Befehl der vorherige G1-Befehl gelöscht wurde). Die Fräsengeschwindigkeit bleibt erhalten: 1.5 m/min</p>
<pre>X220.Y200. T0</pre>	<p>Endpunkt der 2. Frässtrecke Die Z-Achse wird hochgezogen</p>

4.4 Zusammenhängende Frässtrecken

Zusammenhängende Frässtrecken werden folgendermaßen programmiert. Dabei können Fräsbefehle beliebig kombiniert werden (G3—G1—G2...). Ein Fräsbefehl bleibt aktiv, bis er durch einen anderen Fräsbefehl oder den T0-Befehl aufgehoben wird.

Im Beispielprogramm wird zunächst ein Halbkreis mit einem Radius von 25.0 mm gefräst. Im Anschluß an den Halbkreis werden zwei Geraden gefräst.

```
X100.Y100.T5T0
X150.Y100.G3R25.F1.5
X200.Y100.G1
X200.Y150.
X200.Y150.T0
```

X100.Y100. T5 T0	Anfangspunkt der Frässtrecke Fräswerkzeug ist T5 Positionieren mit hochzogener Z-Achse
X150.Y100. G3 R25. F1.5	Endpunkt des Kreisbogens Fräsbefehl: Kreisbogen Radius = 25.0 mm Fräsgeschwindigkeit = 1.5 m/min
X200.Y100. G1	Endpunkt der 1. Geraden Fräsbefehl: Gerade
X200.Y150.	Endpunkt der 2. Geraden (G1 bleibt erhalten)
X200.Y150. T0	Endpunkt der Frässtrecke Die Z-Achse wird hochgezogen

4.5 Fräsbefehle

4.5.1 G1 Gerade fräsen

Xx.xxxYy.yyy G1 Gerade fräsen
 Xx.xxx Yy.yyy Endpunkt der Frässtrecke

Der G1-Befehl ermöglicht das Fräsen einer Geraden. Die Verbindungslinie zwischen dem Anfangs- und dem Endpunkt ist exakt die Mitte der Fräsbahn. Der Fräserradius kann mit den G41- oder G42-Befehlen kompensiert werden. Den Einstichpunkt ermittelt die CNC automatisch.

Beispiel

```
X10.Y50.T5 T0
X50.Y20.G1 F1.
X90.Y60.
X90.Y60.T0
```

```
X10.Y50.
T5 T0
```

Anfangspunkt der Frässtrecke.
 Werkzeugwechsel auf T2 und positionieren mit hochgezogener Z-Achse

```
X50.Y20.
G1
```

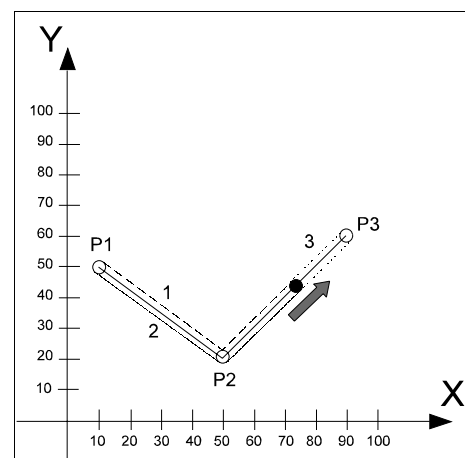
Endpunkt der 1. Geraden
 Fräsbefehl: Gerade. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und fräst zum Endpunkt der Geraden.

```
X90.Y60.
```

Endpunkt der 2. Geraden
 Der G1-Befehl bleibt wirksam

```
X90.Y60.
T0
```

Endpunkt der Frässtrecke
 Die Z-Achse wird hochgezogen



4.5.2 G2 Kreisbogen fräsen

4.5.3 G3 Kreisbogen fräsen

$Xx.xxxYy.yyy G2 R\pm r.rrr$
 $Xx.xxxYy.yyy G3 R\pm r.rrr$

Kreisbogen fräsen mit Radiusangabe (die Fräsrichtung ist abhängig von der Achsversion)

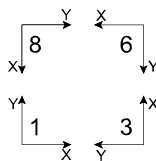
$Xx.xxxYy.yyy G2 I\pm i.iiiJj.jjj$
 $Xx.xxxYy.yyy G3 I\pm i.iiiJj.jjj$

Kreisbogen fräsen mit I und J (die Fräsrichtung ist abhängig von der Achsversion)

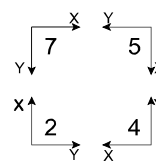
$Xx.xxx Yy.yyy$
 $R\pm r.rrr$
 $I\pm i.iiiJj.jjj$

Endpunkt der Frässtrecke
 Radius des Kreisbogens (z.B. R20.; R-17.5)
 X- und Y-Komponenten des Radius (z.B. I25.J-3.; I-17.5J12.).

Die Wirkung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion.



G2: im Uhrzeigersinn
 G3: gegen den Uhrzeigersinn



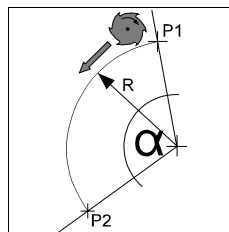
G2: gegen den Uhrzeigersinn
 G3: im Uhrzeigersinn

Es sind positive und negative Radiuswerte zugelassen!

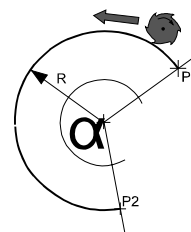
R	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	-4000.000	mm	-157.4800	Zoll
Maximum	4000.000	mm	157.4800	Zoll

Das Vorzeichen des Radiuswertes hängt vom Fräswinkel ab.

- negativ Der Fräswinkel α ist größer als 180° (größer als ein Halbkreis)
- positiv Der Fräswinkel α ist kleiner oder gleich 180° (maximal ein Halbkreis)



$\alpha > 180^\circ \rightarrow Rr$



$\alpha \leq 180^\circ \rightarrow R-r$

Die Programmierung mit I und J ist nicht mehr üblich. Einfacher ist die Verwendung der Radiusangabe.

I J	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	-4000.000	mm	-157.4800	Zoll
Maximum	4000.000	mm	157.4800	Zoll

Die G2- und G3-Befehle ermöglichen das Fräsen eines Kreisbogens. Die Verbindungslinie zwischen dem Anfangs- und dem Endpunkt ist exakt die Mitte der Fräsbahn. Der Fräserradius kann mit den G41- oder G42-Befehlen kompensiert werden. Den Einstichpunkt ermittelt die CNC automatisch.

Der Abstand zwischen dem Anfangs- und dem Endpunkt des Kreisbogens muß kleiner als der programmierte Durchmesser sein ($d < 2 \cdot r$). Ist das nicht der Fall, fräst die CNC automatisch einen Halbkreis.

Beispiel (Achsversion M1)

```
X30.Y50.T0 T5
X40.Y50.G2 R15. F1.2
X50.Y50.R-15.
X60.Y50.G3
X60.Y50.T0
```

```
X30.Y50.
T0T5
```

Anfangspunkt der Frässtrecke.
Nach dem Werkzeugwechsel mit hochgezogener Z-Achse auf den Anfang der Frässtrecke positionieren.

```
X40.Y50.
G2R15.
```

Endpunkt des 1. Kreisbogens
Fräsbefehl: Kreisbogen im Uhrzeigersinn (Achsversion 1) mit einem Radius von 15 mm. Da der Winkel des Kreisbogens kleiner 180° ist, muß der Radius positiv programmiert werden!
Fräsgeschwindigkeit = 1.2 m/min

```
F1.2
```

```
X50.Y50.
R-15.
```

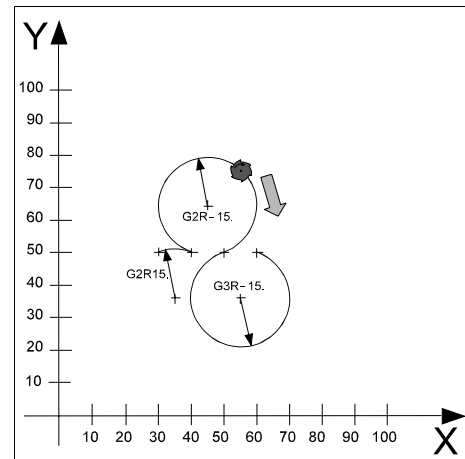
Endpunkt des 2. Kreisbogens
Der G2-Befehl ist weiterhin aktiv. Da der Winkel des Kreisbogens größer 180° ist, muß der Radius negativ programmiert werden!

```
X60.Y50.
G3
```

Endpunkt des 3. Kreisbogens
Fräsbefehl: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn (Version 1) mit identischem Radius ($R-15.$).

```
X60.Y50.
T0
```

Endpunkt der Frässtrecke
Die Z-Achse wird hochgezogen



Hinweise zu I und J

I entspricht dem X-Abstand vom Anfangspunkt zum Kreismittelpunkt

J entspricht dem Y-Abstand vom Anfangspunkt zum Kreismittelpunkt

Durch die Berechnung der Parameter I und J ergeben sich die Vorzeichen aus der Rechnung. Die anzuwendenden Formeln richten sich nach den gegebenen Daten.

Hinweis: Im Gegensatz zum Format 1000 können negative Vorzeichen programmiert werden! Im Format 1000 muß für jeden Quadranten des Kreisbogens eine separate Programmzeile programmiert werden!

Gegeben: Anfangspunkt und Mittelpunkt des Kreisbogens

$$I = X_{\text{Fräsanfang}} - X_{\text{Mittelpunkt}}$$

$$J = Y_{\text{Fräsanfang}} - Y_{\text{Mittelpunkt}}$$

Gegeben: Radius und Winkel zwischen X-Achse und Anfangspunkt des Kreisbogens

$$I = r \cdot \sin(\alpha)$$

$$J = r \cdot \cos(\alpha)$$

Im folgenden Beispiel für I und J hat der Kreismittelpunkt die Koordinaten X50.Y55. Aus den Angabe der Skizze errechnen sich die Werte für I und J:

$$I_i = X_{\text{Fräsanfang}} - X_{\text{Mittelpunkt}}$$

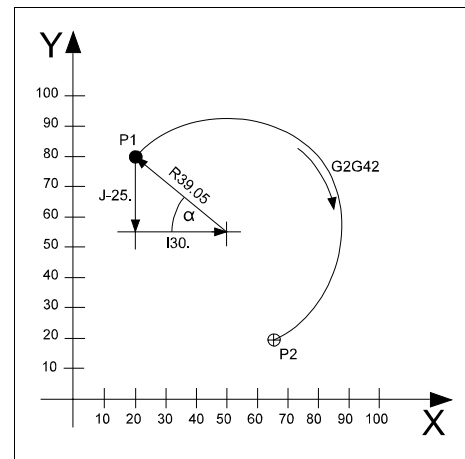
$$I_i = 20. - 50. = -30.$$

$$J_j = Y_{\text{Fräsanfang}} - Y_{\text{Mittelpunkt}}$$

$$J_j = 80. - 55. = 25.$$

Der Kreisbogen muß dann folgendermaßen programmiert werden (G2 fräst in der Achsversion 1 im Uhrzeigersinn):

```
X20.Y80.T0 T5
X20.Y80.G2 I-30.J25. F1.2
X20.Y80.T0
```



4.5.4 G45 Loch fräsen (Kreis)
4.5.5 G46 Loch fräsen (Kreis)
 $Xx.xxxYy.yyy$ G45 $Rr.rrr$
 $Xx.xxxYy.yyy$ G46 $Rr.rrr$

Loch fräsen (Kreis) mit Radiusangabe (die Fräsrichtung ist abhängig von der Achsversion)

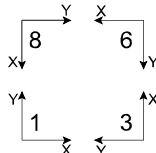
 $Xx.xxxYy.yyy$

Koordinaten des Kreismittelpunktes

 $Rr.rrr$

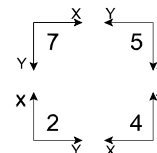
Radius des Kreises

Die Wirkung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion.



G46: im Uhrzeigersinn

G45: gegen den Uhrzeigersinn



G45: im Uhrzeigersinn

G46: gegen den Uhrzeigersinn

Es sind nur positive Radiuswerte zugelassen!

R	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	4000.000	mm	157.4800	Zoll

Die Fräsbefehle G45 oder G46 ermöglichen die Ausfräsung eines kreisrunden Loches. Der Fräserradius wird automatisch berücksichtigt. Kurz vor Ende der Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt. Die Fertigfräsfunktion G11 wird nicht berücksichtigt!

Der Fräser sticht im Innenbereich des auszufräsenden Teiles ein und fährt in einem Bogen zum Rand des Kreises. Zum Vorbohren errechnet sich die Einstichstelle wie folgt:

G45

$$X_{\text{Einstich}} = Xx.xxx + 0,707 \cdot (\frac{1}{2}r - \frac{1}{4}FD)$$

$$Y_{\text{Einstich}} = Yy.yyy + 1,707 \cdot (\frac{1}{2}r - \frac{1}{4}FD)$$

G46

$$X_{\text{Einstich}} = Xx.xxx - 0,707 \cdot (\frac{1}{2}r - \frac{1}{4}FD)$$

$$Y_{\text{Einstich}} = Yy.yyy + 1,707 \cdot (\frac{1}{2}r - \frac{1}{4}FD)$$

 X_{Einstich} Y_{Einstich}
 $Xx.xxxYy.yyy$

Einstichpunkt

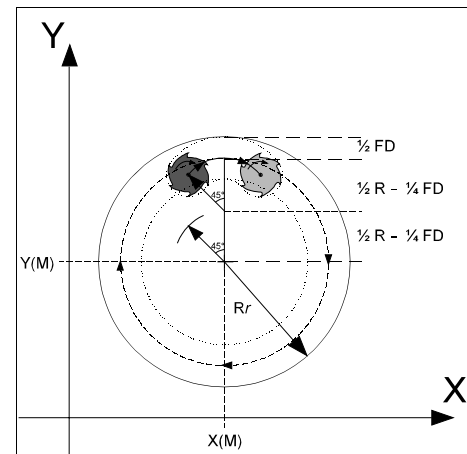
Kreismittelpunkt

 $\frac{1}{2}r$

Hälfte des Radius

 $\frac{1}{4}FD$

Viertel des Fräserdurchmessers



Beispiel (Achsversion M1)

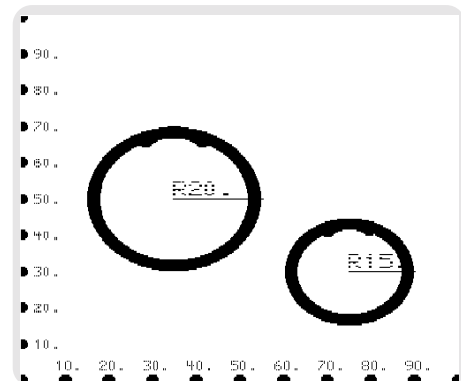
X35.Y50.T0 T5
 X35.Y50.G46R20. F1.2
 X75.Y30.R15.
 X75.Y30.T0

X35.Y50.
 T0T5

Anfangspunkt der Frässtrecke
 Nach dem Werkzeugwechsel
 mit hochgezogener Z-Achse
 auf die Einstichkoordinate
 positionieren.

X35.Y50.
 G46R20.

Mittelpunkt des 1. Kreises
 Fräsbefehl: Loch (Kreis) im
 Uhrzeigersinn fräsen (Version
 1) mit einem Radius von 20.0 mm. Der Einstichpunkt $X_{\text{Einstich1}}$
 $Y_{\text{Einstich1}}$ errechnet sich wie folgt:



$$X_{\text{Einstich1}} = 35.0 - 0.707 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 20.0 - \frac{1}{4} \cdot 2.00)$$

$$X_{\text{Einstich1}} = 28.283$$

$$Y_{\text{Einstich1}} = 50.0 + 1.707 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 20.0 - \frac{1}{4} \cdot 2.00)$$

$$Y_{\text{Einstich1}} = 66,217$$

X75.Y30.
 R15.

Mittelpunkt des 2. Kreises
 Der Fräsbefehl G46 bleibt erhalten. Der Radius ändert sich auf
 15.0 mm. Der Einstichpunkt $X_{\text{Einstich2}}$
 $Y_{\text{Einstich2}}$ errechnet sich wie folgt:

$$X_{\text{Einstich2}} = 75.0 - 0.707 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 15.0 - \frac{1}{4} \cdot 2.00)$$

$$X_{\text{Einstich2}} = 70.051$$

$$Y_{\text{Einstich2}} = 30.0 + 1.707 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 15.0 - \frac{1}{4} \cdot 2.00)$$

$$Y_{\text{Einstich2}} = 41.949$$

X75.Y30.
 T0

Endpunkt der Frässtrecke
 Die Z-Achse wird hochgezogen

4.5.6 G47 Scheibe fräsen (Kreis)
4.5.7 G48 Scheibe fräsen (Kreis)
 $Xx.xxxYy.yyy$ G47 $Rr.rrr$
 $Xx.xxxYy.yyy$ G48 $Rr.rrr$

Scheibe fräsen (Kreis) mit Radiusangabe (die Fräsrichtung ist abhängig von der Achsversion)

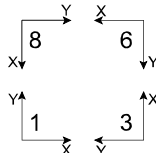
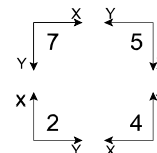
 $Xx.xxxYy.yyy$

Koordinaten des Kreismittelpunktes

 $Rr.rrr$

Radius des Kreises

Die Wirkung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion.


G48: im Uhrzeigersinn
G47: gegen den Uhrzeigersinn

G47: im Uhrzeigersinn
G48: gegen den Uhrzeigersinn

Es sind nur positive Radiuswerte zugelassen!

R	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	4000.000	mm	157.4800	Zoll

Die Fräsbefehle G47 oder G48 ermöglichen die Ausfräsung einer kreisrunden Scheibe. Der Fräserradius wird automatisch berücksichtigt. Kurz vor Ende der Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt. Die Fertigfräsfunktion G11 wird berücksichtigt, wenn sie programmiert ist!

Der Fräser sticht im Außenbereich des auszufräsenden Teiles ein und fährt zum Rand des Kreises. Die Einstichstelle errechnet sich wie folgt:

G47

$$X_{\text{Einstich}} = Xx.xxx - (r + \frac{1}{2}FD)$$

$$Y_{\text{Einstich}} = Yy.yyy + \frac{1}{2}FD$$

G48

$$X_{\text{Einstich}} = Xx.xxx - (r + \frac{1}{2}FD)$$

$$Y_{\text{Einstich}} = Yy.yyy - \frac{1}{2}FD$$

 X_{Einstich} Y_{Einstich}
 $Xx.xxxYy.yyy$

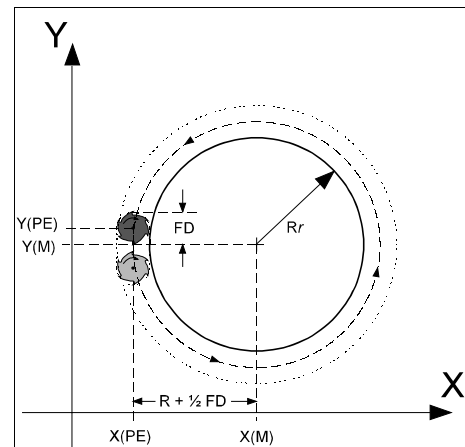
 Einstichpunkt
 Kreismittelpunkt

 r

Radius der Scheibe

 $\frac{1}{2}FD$

Hälfte des Fräserdurchmessers



Beispiel (Achsversion M1)

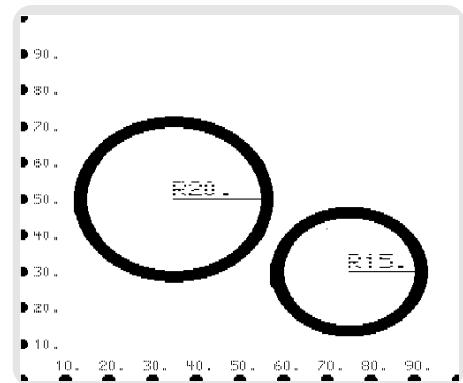
X35.Y50.T0 T2
 X35.Y50.G47R20. F1.2
 X75.Y30.R15.
 X75.Y30.T0

X35.Y50.
 T0T5

Anfangspunkt der Frässtrecke
 Nach dem Werkzeugwechsel
 mit hochgezogener Z-Achse
 auf die Einstichkoordinaten
 positionieren.

X35.Y50.
 G47R20.

Mittelpunkt des 1. Kreises
 Fräsbefehl: Scheibe (Kreis)
 gegen den Uhrzeigersinn fräsen (Version 1) mit einem Radius
 von 20.0 mm. Der Einstichpunkt $X_{\text{Einstich1}}$ $Y_{\text{Einstich1}}$ errechnet sich
 wie folgt:



$$X_{\text{Einstich1}} = 35.0 - (20.0 + \frac{1}{2} \cdot 2.00)$$

$$X_{\text{Einstich1}} = 14.0$$

$$Y_{\text{Einstich1}} = 50.0 + \frac{1}{2} \cdot 2.00$$

$$Y_{\text{Einstich1}} = 51.0$$

X75.Y30.
 R15.

Mittelpunkt des 2. Kreises.
 Der Fräsbefehl G47 bleibt erhalten. Der Radius ändert sich auf
 15.0 mm. Der Einstichpunkt $X_{\text{Einstich2}}$ $Y_{\text{Einstich2}}$ errechnet sich wie
 folgt:

$$X_{\text{Einstich2}} = 75.0 - (15.0 + \frac{1}{2} \cdot 2.00)$$

$$X_{\text{Einstich2}} = 59.0$$

$$Y_{\text{Einstich2}} = 30.0 + \frac{1}{2} \cdot 2.00$$

$$Y_{\text{Einstich2}} = 31.0$$

X75.Y30.
 T0

Endpunkt der Frässtrecke
 Die Z-Achse wird hochgezogen

4.5.8 G49 Loch fräsen (Rechteck/Quadrat)
4.5.9 G50 Loch fräsen (Rechteck/Quadrat)
Xx.xxxYy.yyy G49 Rr.rrr
Xx.xxxYy.yyy G50 Rr.rrr

Loch fräsen (Quadrat) mit Angabe der Seitenlänge R (die Fräsrichtung ist abhängig von der Achsversion)

Xx.xxxYy.yyy G49 Ii.iii Jj.jjj
Xx.xxxYy.yyy G50 Ii.iii Jj.jjj

Loch fräsen (Rechteck) mit Angabe der Seitenlängen I und J (die Fräsrichtung ist abhängig von der Achsversion)

Xx.xxx Yy.yyy
Rr.rrr
Ii.iii
Jj.jjj

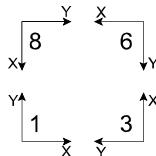
Mittelpunkt des Rechtecks/Quadrats

Seitenlänge des Quadrats

Seitenlänge des Rechtecks in X-Richtung

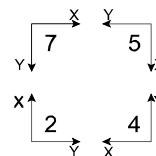
Seitenlänge des Rechtecks in Y-Richtung

Die Wirkung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion.



G50: im Uhrzeigersinn

G49: gegen den Uhrzeigersinn



G49: im Uhrzeigersinn

G50: gegen den Uhrzeigersinn

Der Parameter R definiert die Seitenlänge eines Quadrates.

R	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	beliebig	mm	beliebig	Zoll

Die Parameter I und J definieren die Seitenlängen eines Rechtecks.

I Seitenlänge in X-Richtung

J Seitenlänge in Y-Richtung

I und J	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	beliebig	mm	beliebig	Zoll

Die Fräsbefehle G49 oder G50 ermöglichen die Ausfräsung einer Scheibe (Quadrat/Rechteck). Das Rechteck muß achsparallel liegen!

Der Fräserradius wird automatisch berücksichtigt. Kurz vor Ende der Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt. Die Fertigfräsfunktion G11 wird nicht berücksichtigt.

Der Fräser sticht im Innenbereich des auszufräsenden Teiles ein und fährt zum Rand des Rechtecks. Die Einstichstelle errechnet sich wie folgt:

G49 und G50 (Rechteck)

$$X_{\text{Einstich}} = Xx.xxx$$

$$Y_{\text{Einstich}} = Yy.yyy + \frac{1}{4}Jj.jjj - \frac{1}{4}FD$$

G49 und G50 (Quadrat)

$$X_{\text{Einstich}} = Xx.xxx$$

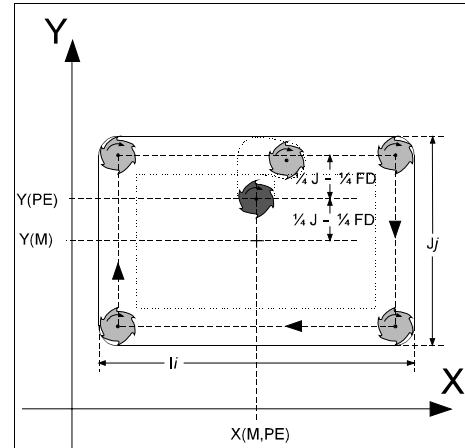
$$Y_{\text{Einstich}} = Yy.yyy + \frac{1}{4}Rr.rrr - \frac{1}{4}FD$$

$X_{\text{Einstich}} Y_{\text{Einstich}}$ Einstichpunkt XY(PE)
 $Xx.xxx Yy.yyy$ Mittelpunkt des Rechtecks
 XY(M)

$Jj.jjj$ Seitenlänge in Y-Richtung

$Rr.rrr$ Seitenlänge des Quadrats

$\frac{1}{4}FD$ Viertel des Fräserdurchmessers



Beispiel (Achsversion 1)

```
X30.Y50.T0 T5
X30.Y50.G50I40.J30.F1.2
X75.Y50.R40.
X75.Y50.T0
```

X30.Y50.
T0T5

Anfangspunkt der Frässtrecke
 Nach dem Werkzeugwechsel
 mit hochgezogener Z-Achse
 auf den Anfang der Fräs-
 strecke positionieren

X30.Y50.
G50I40.J30.

Mittelpunkt des Rechtecks
 Fräsbefehl: Loch fräsen
 (Rechteck) im Uhrzeigersinn
 mit einer X-Seitenlänge von 40.0 mm und einer Y-Seitenlänge
 von 30.0 mm. Der Einstichpunkt $X_{\text{Einstich1}} Y_{\text{Einstich1}}$ errechnet sich
 wie folgt:

$$X_{\text{Einstich1}} = 30.0$$

$$Y_{\text{Einstich1}} = 50.0 + \frac{1}{4} \cdot 30.0 - \frac{1}{4} \cdot 2.00$$

$$Y_{\text{Einstich1}} = 57.0$$

X75.Y50.
R40.

Mittelpunkt des Quadrats

Der Fräsbefehl G50 bleibt erhalten. Das Quadrat hat eine Sei-
 tenlänge von 40 mm. Der Einstichpunkt $X_{\text{Einstich2}} Y_{\text{Einstich2}}$ errechnet
 sich wie folgt:

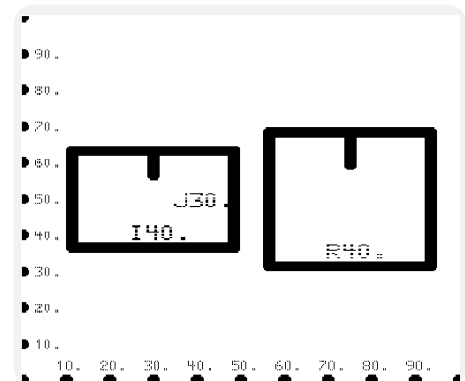
$$X_{\text{Einstich2}} = 30.0$$

$$Y_{\text{Einstich2}} = 50.0 + \frac{1}{4} \cdot 40.0 - \frac{1}{4} \cdot 2.00$$

$$Y_{\text{Einstich2}} = 59.5$$

X75.Y50.
T0

Endpunkt der Frässtrecke
 Die Z-Achse wird hochgezogen



4.6 Fräsfunktionen

4.6.1 D Ecke runden

$Xx.xxxYy.yyy Dr.rrr$

Ecke runden mit Radiusangabe

$Xx.xxx Yy.yyy$

Koordinaten des Schnittpunktes

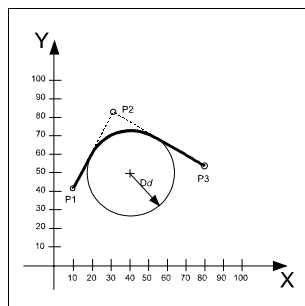
$Dr.rrr$

Radius der gerundeten Ecke

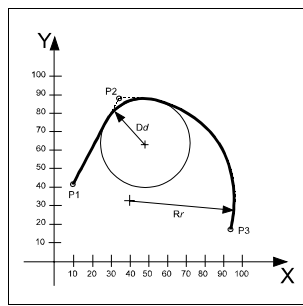
Es sind nur positive Radiuswerte zugelassen!

D	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	4000.000	mm	157.4800	Zoll

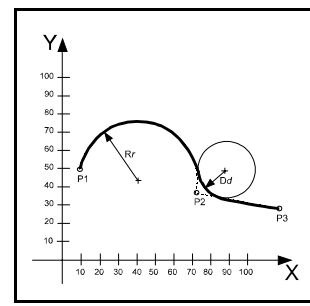
Folgende Übergänge sind erlaubt:



Gerade – Gerade



Gerade – Kreisbogen



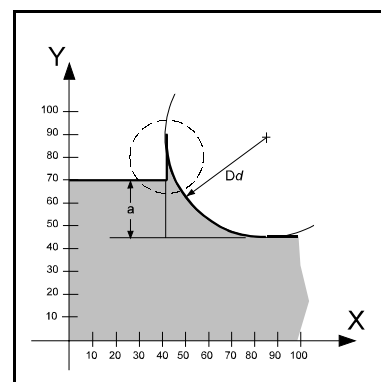
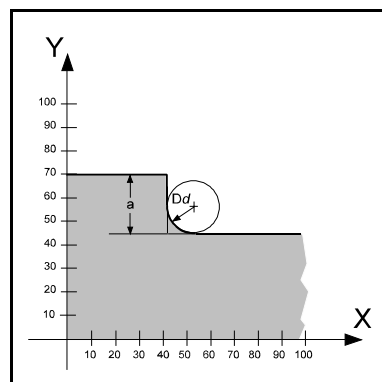
Kreisbogen – Gerade

Die Fräsfunktion "Ecke runden" ermöglicht das Abrunden der Ecke zwischen zwei Frässtrecken (Gerade, Kreisbogen). Die gestrichelten Linien innerhalb der Abbildungen stellen die Frässtrecken ohne abgerundete Ecken dar. Der D-Wert definiert den Radius des Kreisbogens, mit dem die Ecke gerundet wird. Es ist nur ein positiver Zahlenwert zugelassen. Die Fräsfunktion "Ecke runden" wirkt nur in der Programmzeile, in der sie programmiert ist. Es wird die Ecke gerundet, die folgende Frässtrecken bilden:

- ▶ die soeben gefräste Strecke und
- ▶ die nachfolgende Frässtrecke



Der D-Wert muß kleiner sein als die kürzere der angrenzenden Geraden a (Tangente), da sonst der im rechten Bild eingekreiste Fräsfehler entsteht.

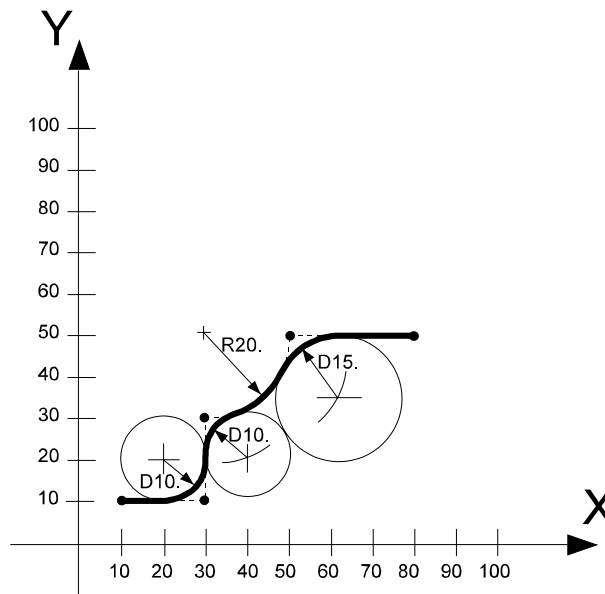


Beispiel (Achsversion 1)

```
X10.Y10.T0T5  
X30.Y10.G1 D10. F1.2  
X30.Y30.D10.  
X50.Y50.G3R20. D15.  
X80.Y50.G1  
X80.Y50.T0
```

Die D-Befehle befinden sich jeweils am Ende einer Frässtrecke.

Um z. B. die Ecke an der Position X30.Y10. um 10.0 mm abzurunden, muß der D-Befehl am Ende dieser Frässtrecke programmiert sein (zweite Programmzeile).



4.7 F Fräsgeschwindigkeit

Xx.xxxYy.yyy Ff.f Vorschubgeschwindigkeit definieren
 Xx.xxxYy.yyy Koordinate, die mit der neuen Vorschubgeschwindigkeit erreicht wird
 Ff.f Neue Vorschubgeschwindigkeit für die XY-Achsen

F	metrisches Format		zöllisches Format	
	Minimum	0.1	m/min	0.1
Maximum	6.0	m/min	2360.0	Zoll/min

Die Fräsgeschwindigkeit der XY-Achsen sollte spätestens in der zweiten Programmzeile der ersten Fräsung eines Produktionsprogramms programmiert sein. Die Fräsgeschwindigkeit kann im Produktionsprogramm jederzeit verändert werden. Die Fräsgeschwindigkeit wird im AUTOMATIK-Bild hinter dem Buchstaben F angezeigt (grün, am unteren Rand der Anzeige).

Wurde keine Fräsgeschwindigkeit programmiert, fräst die Maschine mit der vom Maschinenhersteller vorgegebenen Standardgeschwindigkeit. Im AUTOMATIK-Bild wird dann als Fräsgeschwindigkeit 0.000 m/min angezeigt.

Die Fräsgeschwindigkeit ist nur während des Fräsens wirksam. Bohrkoordinaten werden mit der größten Positioniergeschwindigkeit der Maschine angefahren. Wechseln sich Fräs- und Bohrblöcke innerhalb eines Programms ab, bleibt die einmal eingegebene Vorschubgeschwindigkeit bis zu einer Neueingabe von Ff.f eingestellt.

Beispiel

```
(1. FRAESSTRECKE)
X30.Y60.T0 T5
X60.Y30.G1 F2.
X60.Y30.T0
(BOHREN)
X60.Y40.T1
X30.Y40.
(2. FRAESSTRECKE)
X30.Y30.T0 T5
X60.Y60.G1
X60.Y60.T0
```

Für die 1. Frässtrecke wird eine Fräsgeschwindigkeit von 2.0 m/min definiert.

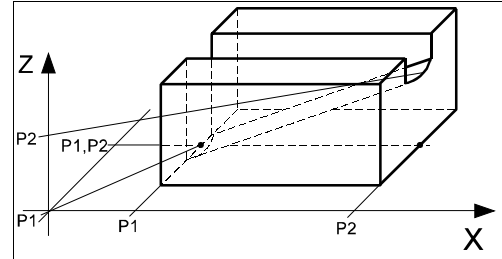
Während des Bohrens fährt die Maschine mit größter Geschwindigkeit.

Die 2. Frässtrecke wird wieder mit der Fräsgeschwindigkeit von 2 m/min gefräst.

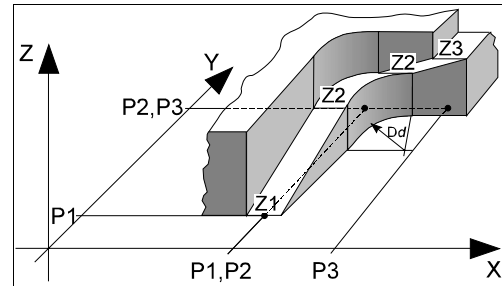
4.8 G6 Fräsen in der Z-Ebene

Xx.xxxYy.yyy Zz.zzz G6	Fräsen in der Z-Ebene
Xx.xxxYy.yyy	Endpunkt der Frässtrecke
Zz.zzz	Z-Zielebene

Der G6-Befehl fräst innerhalb einer Frässtrecke von der ursprünglichen Z-Ebene zu der Z-Zielebene. Die Z-Zielebene bleibt bis zum nächsten Z-Befehl erhalten. Das heißt: Auch nachfolgende Bohrungen werden bis zur neuen Z-Ebene gebohrt.



Ist der Anfangspunkt der Frässtrecke eine abgerundete Ecke (vorherige Frässtrecke wurde mit dem D-Befehl programmiert), beginnt die Fräsung in Z-Richtung am Ende der Rundung.



Ist im Endpunkt der Frässtrecke eine abgerundete Ecke (im gleichen Fräsblock mit dem D-Befehl programmiert), wird die zweite Z-Ebene schon am Beginn der Rundung erreicht.

Beispiel

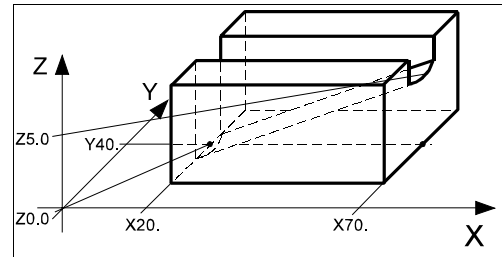
```
...Z3.2
X20.Y40.T0T2
X70.Y40.G1F.8 G6Z5.
X70.Y40.T0
```

Z0

Die Z-Ebene befindet sich bei 0.0 mm.

G6Z5.

Die Z-Zielebene wird auf 5 mm definiert. Während der Fräsung von X20.Y40. nach X70.Y40. wird die Z-Achse kontinuierlich von 0.0 mm auf 5.0 mm angehoben.



4.9 G11 Fertigfräsfunktion

Xx.xxx Yy.yyy G11 Fertigfräsfunktion EIN
 Xx.xxx Yy.yyy Endpunkt der Frässtrecke

Fräsmaschinen besitzen verschiedene Zusatzeinrichtungen, die vom Maschinentyp abhängen (z. B. Druckfuß, Absaugung, usw.). Die Arbeitsweisen dieser Zusatzeinrichtungen werden vom Maschinenhersteller definiert. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte den Unterlagen des Maschinenherstellers. Generell unterstützt die CNC folgende Funktionen:

- ▶ G11-Fertigfräsfunktion (streckenabhängig). Vor Ende einer Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt und der G11-Ausgang aktiviert (Distanz und Geschwindigkeit werden vom Maschinenhersteller definiert). Durch den G11-Ausgang können z. B. der Druckfuß und die Absaugung ein- und ausgeschaltet werden. Während die G11-Fertigfräsfunktion aktiv ist, wird die Meldung G11 im Statusbild STATUS 1 angezeigt.
- ▶ Absaugung AUS (zeitabhängig). Vor dem Ende einer Frässtrecke wird die Absaugung abgeschaltet, unabhängig davon, ob die G11-Funktion aktiv ist oder nicht. Die Zeitdauer wird vom Maschinenhersteller definiert.

G1, G2, G3 (Gerade, Kreisbogen)

G11-Funktion Fräst die CNC eine zusammenhängende Kontur, ist die G11-Funktion nur am Ende der gesamten Frässtrecke wirksam. Ist die G11-Distanz größer als die letzte Frässtrecke, wirkt die G11-Funktion lediglich auf die letzte Frässtrecke.

Absaugung AUS Entsprechend der definierten Zeitdauer (Maschinenhersteller) schaltet die CNC vor dem Fräsende die Absaugung aus. Benötigt die CNC für die letzte Frässtrecke eine kürzere Zeit, wird die Absaugung nur während der letzten Frässtrecke abgeschaltet.

G46, G47 (Scheibe fräsen)

G11-Funktion Entsprechend der definierten Strecke (Maschinenhersteller) aktiviert die CNC die G11-Funktion vor Ende der Kreisfunktion.

Absaugung AUS Die Funktion wirkt ausschließlich auf das letzte Teilstück der Kreisfunktion: Nach Vollendung des Kreises fräst die CNC eine kurze Strecke achsparallel weiter. Nur während dieses letzte Teilstücks wirkt die Funktion ABSAUGUNG AUS.

G45, G46, G49, G50 (Loch fräsen)

G11-Funktion Keine Wirkung

Absaugung AUS Die Funktion wirkt ausschließlich auf das letzte Teilstück der Kreisfunktion: Nach Vollendung des Kreises fräst die CNC eine kurze Strecke in Richtung Mittelpunkt weiter. Nur während dieses letzte Teilstücks wirkt die Funktion ABSAUGUNG AUS.

Beispiel

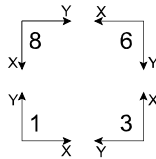
```
X50.Y50.T0T2
X70.Y50.G2R10.F1.2
X90.Y50.G11
X90.Y50.T0
```

Kurz vor Ende der Frässtrecke werden die Fräsgeschwindigkeit der XY-Achsen herabgesenkt, bei entsprechend ausgerüsteten Maschinen der Luftdruck für den Druckfuß erhöht und die Absaugung abgeschaltet.

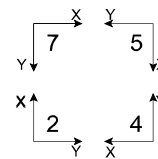
4.9.1 **G40 Fräserradiuskompensation AUS**
 4.9.2 **G41 Fräserradiuskompensation EIN**
 4.9.3 **G42 Fräserradiuskompensation EIN**

$Xx.xxxYy.yyy$ G40	Fräserradiuskompensation AUS
$Xx.xxxYy.yyy$ G41	Fräserradiuskompensation EIN
$Xx.xxxYy.yyy$ G42	Fräserradiuskompensation EIN
$Xx.xxx Yy.yyy$	Endpunkt der Frässtrecke

Die Richtung der Fräserradiuskompensation hängt von der Achslage der Maschine ab.



G42: in Fräsrichtung rechts
 G41: in Fräsrichtung links



G41: in Fräsrichtung rechts
 G42: in Fräsrichtung links

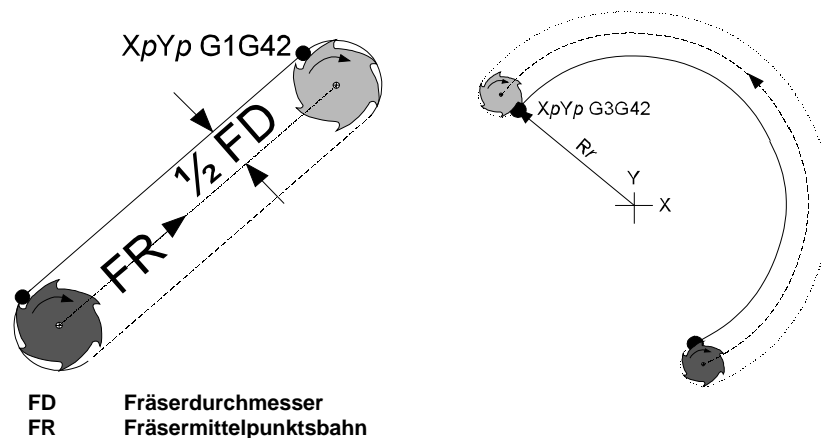
Die Fräsfunktionen G41 oder G42 berücksichtigen während des Fräsens den Fräserradius. Die tatsächliche Fräsbahn verläuft parallel versetzt neben der programmierten Linie. Mit dem G40-Befehl wird die Fräserradiuskompensation wieder ausgeschaltet.

Die Fräserradiuskompensation bleibt eingeschaltet, bis zum nächsten Kompensationsbefehl oder bis zum nächsten T0-Befehl. Ein Wechsel der Kompensationsrichtung innerhalb einer Fräsung ist nicht sinnvoll.

Um saubere Fräskanten zu erhalten, beachten Sie folgende Regeln:

- ▶ Außenkonturen werden gegen den Uhrzeigersinn gefräst!
- ▶ Innenkonturen werden im Uhrzeigersinn gefräst!

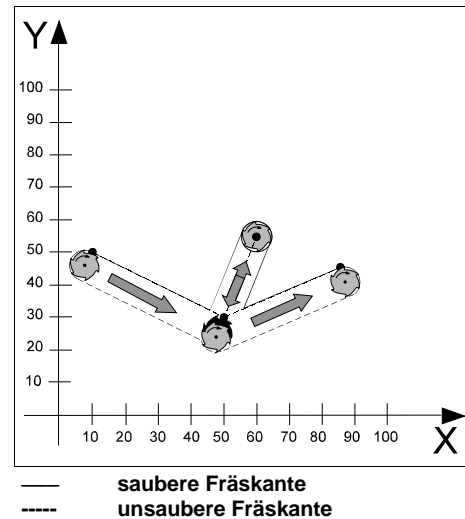
Daraus ergibt sich: Für jede Anwendung – unabhängig von der Achslage – ist nur die Fräserradiuskompensation in Fräsrichtung nach rechts sinnvoll!



Beispiel (Achsversion 1)

```

X10.Y50.T5 T0
X50.Y30.G1 G42 F1.2
X60.Y55.G40
X50.Y30.
X85.Y45.G42
X85.Y45.T0
    
```



```

X10.Y50.
T5T0
    
```

Anfangspunkt der Frässtrecke
 Werkzeugwechsel auf T2 und positionieren auf den Einstichpunkt. Während der Positionierung wird schon die Fräserradiuskompensation der nachfolgenden Programmzeile berücksichtigt.

```

X50.Y30 G42
    
```

Programmierter Endpunkt der 1. Geraden. Durch den G42-Befehl ist der tatsächliche Endpunkt selbstverständlich um den Fräserradius nach rechts versetzt.

```

G1
    
```

Fräsfunktion: Gerade fräsen

```

X60.Y55.G40
    
```

Endpunkt der 2. Geraden. Durch den G40-Befehl wird exakt zum programmierten Endpunkt gefräst.

```

X50.Y30.
    
```

Endpunkt der 3. Geraden. Um zwei "saubere" Fräskanten zu erhalten, wird im selben Schlitz wieder zurückgefräst. G1 und G40 sind weiterhin aktiv.

```

X85.Y45.G42
    
```

Programmierter Endpunkt der 4. Geraden. Durch den G42-Befehl ist der tatsächliche Endpunkt ist selbstverständlich um den Fräserradius nach rechts versetzt. G1 ist weiterhin aktiv.

```

X85.X45.
T0
    
```

Endpunkt der Frässtrecke.
 Der T0-Befehl schaltet die Fräserradiuskompensation aus

5 Tiefenbohren/-fräsen

5.1 Allgemeines

Bohrer und Fräser werden von der sogenannten Z-Achse auf- und abwärts bewegt. Zum Bewegen der Z-Achse muß mindestens ein Meßsystem vorhanden sein. High-Tech-Maschinen besitzen häufig ein zweites Meßsystem.

Ein Meßsystem an der Z-Achse

An der Z-Achse befindet sich ein Meßsystem, das digitale Impulse zur CNC überträgt. Diese Impulse werden von der CNC ausgewertet und aufgrund des Ergebnisses die weitere Positionierung veranlaßt. Dadurch ist ein hochpräzises Positionieren gewährleistet. Im Idealfall sind dieses Meßsystem und die Z-Achsen-Mechanik so aufgebaut, daß die Tischoberfläche $Z=0.000$ ist. Aus Sicherheitsgründen befindet sich häufig die Z0-Ebene etwas oberhalb der Tischoberfläche (nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers). Durch die Programmierung eines Z-Wertes kann der Z-Achsen-Weg begrenzt werden. Wenn die Arbeitsunterlage und das Material 100 %ig plan ist, können auch Sacklöcher gebohrt und Nuten gefräst werden.

Zwei Meßsysteme an der Z-Achse

Maschinen mit einem zweiten Meßsystem an der Z-Achse überwachen zusätzlich die Bewegung des Niederhalters. Stoppt die Bewegung des Niederhalters, befindet er sich auf der Plattenoberfläche. Die CNC braucht lediglich das Werkzeug um die programmierte Distanz in das Material hineinzubewegen. Um Einspanntoleranzen zu kompensieren ist es allerdings notwendig, zuvor die "Werkzeuglänge" zu vermessen. Hier bieten die Maschinen unterschiedliche Lösungen an (Meßschalter, Lasermeßstation, Kontaktmessen). Durch die Programmierung eines K-Wertes wird die Nut-, bzw. Lochtiefe programmiert. Aus Sicherheitsgründen begrenzt die Z-Ebene die Z-Achsenbewegung nach unten. Somit können auch in unebenen Materialien Sacklöcher gebohrt und Nuten gefräst werden.

Das Format 5000 stellt zwei Befehle für die Umschaltung der Bezugsebene zur Verfügung

- G82 Bezugsebene ist die Tischoberfläche (die Positionierung erfolgt nur mit einem Meßsystem der Z-Achse).
- G83 Bezugsebene ist die Plattenoberfläche (die Positionierung erfolgt mit beiden Meßsystemen der Z-Achse).

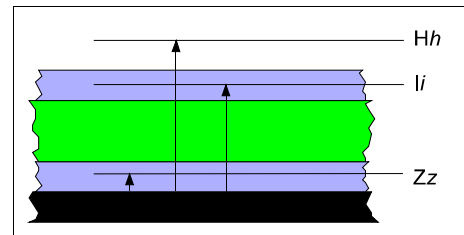
5.2 G82 Tiefenbohren/-fräsen ausschalten
5.3 G83 Tiefenbohren/-fräsen einschalten

Xx.xxxYy.yyy G82Zz.zzz	Tiefenbohren/-fräsen ausschalten (alle Z-Achsenwerte beziehen sich auf die Tischoberfläche)
Xx.xxxYy.yyy G83Kk.kkk	Tiefenbohren/-fräsen einschalten (alle Z-Achsenwerte beziehen sich auf die Plattenoberfläche)
Xx.xxxYy.yyy	Die programmierte Koordinate wird schon mit der Funktion abgearbeitet.
Zz.zzz	Der Z-Wert bezieht sich auf die Tischoberfläche
Kk.kkk	Der Z-Wert bezieht sich auf die Plattenoberfläche

G82 (Bezugsebene = Tischoberfläche)

Mit dem G82-Befehl wird die Tischoberfläche als Bezugsebene eingeschaltet (default). Je nach Maschinentyp befindet sich die Z0-Ebene etwas oberhalb der Tischoberfläche. Nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers. Auf die Z0-Ebene beziehen sich alle Z-Achsenwerte

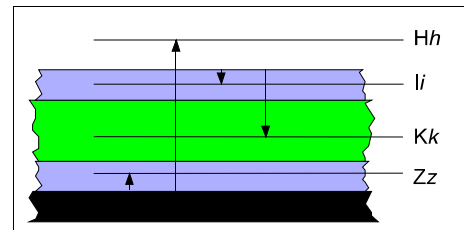
Z	Arbeitsebene
H	Fahrebene
I	Anbohr Ebene (Ausspänen)



G83 (Bezugsebene = Plattenoberfläche)

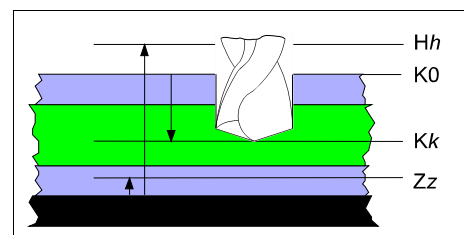
Mit dem G83-Befehl wird die Plattenoberfläche als Bezugsebene für die Eintauchtiefe eingeschaltet. Der Parameter K definiert die Eintauchtiefe des Werkzeugs (z. B. zum Bohren von Sacklöchern und Fräsen von Nuten). Der K-Wert bleibt auch nach dem Umschalten auf G82 und Wiedereinschalten des G83-Befehls erhalten. Auf die K0-Ebene (Plattenoberfläche) beziehen sich folgende Z-Achsenwerte

K	Arbeitstiefe
QUIK	Fahrebene bezogen auf die Plattenoberfläche (siehe auch im Kapitel <i>COMM-Befehle</i> den Befehl <i>COMM-QUIK</i>).



Auf die Z0-Ebene (Tischoberfläche) beziehen sich weiterhin

Z	unterste Grenze für die Z-Achsenbewegung
H	oberste Grenze für Z-Achsenbewegung



- Hardwarevoraussetzungen für den G83-Befehl:
- ▶ separates Tiefen-Meßsystem an jeder Z-Achse und
 - ▶ Meßschalter für die Werkzeugvermessung

Nach jedem Werkzeugwechsel vermisst die CNC automatisch das Werkzeug (Differenz zwischen Niederhalter und Bohrer Spitze). Während der Abarbeitung überwacht die CNC 45.00 ständig die genaue Eintauchtiefe des Werkzeugs. Auch bei einer unebenen Plattenoberfläche wird die Eintauchtiefe korrekt eingehalten. Bei Maschinen ohne separates Tiefen-Meßsystem erfolgt während der Abarbeitung des G83-Befehls die Fehlermeldung KEINE TIEFENBOHR-EINR.

Beispiel

```
X20.Y30.T5T0 Z3.  
X20.Y30.G1 F1.2  
X40.Y30.  
X40.Y30.G83K2.  
X60.Y50.  
X90.Y80.T0 G82
```

X20.Y30.Z3.	Die Z-Ebene wird auf 3.0 mm oberhalb der Tischoberfläche definiert. Bezugsebene = Tischoberfläche (default).
X20.Y30.	Während der Fräsung wird die Fräterspitze bis zur Z-Ebene Z3. (=3.0 mm) abgesenkt.
X40.Y30. G83K2.	Umschaltung der Bezugsebene auf die Plattenoberfläche. Der Parameter K2. definiert die Frästiefe auf 2.0 mm unterhalb der Plattenoberfläche (inklusive Auflage).
G82	Umschaltung der Bezugsebene auf die Tischoberfläche. Damit ist die Z-Ebene (3.0 mm) wieder als Arbeitsebene eingeschaltet. Der K-Wert bleibt erhalten.

6 Nullpunkteinstellung (Klammertechnik)

6.1 Allgemeines

Im Format 5000 können beliebige Programmabschnitte geklammert werden. In der Regel werden Abschnitte geklammert, wenn am Abschnittsende Nutzenbefehle (M50..M90) programmiert sind. Für die Klammerung enthält das Format 5000 zwei Befehle:

M31 Klammer AUF
M30 Klammer ZU

- ▶ Es können bis zu 5 Klammerebenen ineinander verschachtelt werden (siehe Beispiele).
- ▶ Zu jedem programmierten M31-Befehl muß auch ein M30-Befehl gehören. Wenn Klammerbefehle in einem Produktionsprogramm verwendet werden, muß dies auch konsequent erfolgen. Es ist in der Regel nicht möglich, nur einige Programmabschnitte zu klammern und andere nicht.

Das Format 5000 enthält alle notwendigen Versatzbefehle und Kombinationen, um jede Drehung und Spiegelung zu programmieren. Versatzbefehle, die Drehungen enthalten, sind immer abhängig von der aktuellen Maschinenversion! Zum Ermitteln des benötigten Dreh- und/oder Spiegelbefehls finden Sie im Kapitel *Praktische Hinweise* im Abschnitt *Versatzbefehl programmieren* hilfreiche Informationen.

Maschinenversionen		
einfacher Versatz	M50	einfacher Versatz
Nutzenreihe/Nutzenfeld (Seite 63)	M50V2	Nutzenreihe/Nutzenfeld (Seite 63)
90°-Drehung gegen den Uhrzeigersinn	M60	90°-Drehung im Uhrzeigersinn
Spiegeln um die Y-Achse und 90°-Drehung gegen den Uhrzeigersinn	M60M70	Spiegelung um die Y-Achse und 90°-Drehung im Uhrzeigersinn
Spiegelung um die X-Achse und 90°-Drehung gegen den Uhrzeigersinn	M60M80	Spiegelung um die X-Achse und 90°-Drehung im Uhrzeigersinn
90°-Drehung im Uhrzeigersinn	M60M90	90°-Drehung gegen den Uhrzeigersinn
Spiegelung um die Y-Achse	M70	Spiegelung um die Y-Achse
Spiegelung um die X-Achse	M80	Spiegelung um die X-Achse
180°-Drehung	M90	180°-Drehung

Zur Berechnung der Versatzkoordinaten betrachten Sie immer eine Koordinate. Finden Sie die aktuelle Position (messen, Grafikanzeige, Koordinatenwert). Ermitteln Sie die Zielposition (messen, Grafikanzeige). Setzen Sie die Werte in die entsprechende Formel ein. In der Beschreibung der Versatzbefehle und im Kapitel *Praktische Hinweise* im Abschnitt *Versatzbefehle programmieren* finden Sie die notwendigen Formeln.



SIEB & MEYER-Versatzbefehle werden immer absolut interpretiert. Selbst wenn vorher mit dem G91-Befehl auf Inkrementalbetrieb umgeschaltet wurde!

6.1.1 Versatzblock

Ein Versatzblock ist eine Programmzeile, die die Versatzkoordinaten und den Versatzbefehl enthält. Der Versatzblock bewirkt eine Verschiebung des Nullpunktes des vorherigen Programmabschnitts. D.h.: Der Programmabschnitt wird ausschließlich unter Berücksichtigung der Versatzeinstellung abgearbeitet.

- ▶ Versatzblöcke stehen immer am Ende eines Programmabschnitts
- ▶ Versatzblöcke enthalten immer die Versatzkoordinate und den Versatzbefehl (M50 .. M90)
- ▶ Programmabschnitte, die Versatzblöcke enthalten, müssen mit den Befehlen M31 .. M30 geklammert werden. Es sind maximal 5 gleichzeitig geöffnete Klammern zulässig.

x10.y20.m50

Versatz aller Koordinaten des vorherigen Programmabschnitts um X10.Y20.

Darstellung der Versatzbefehle

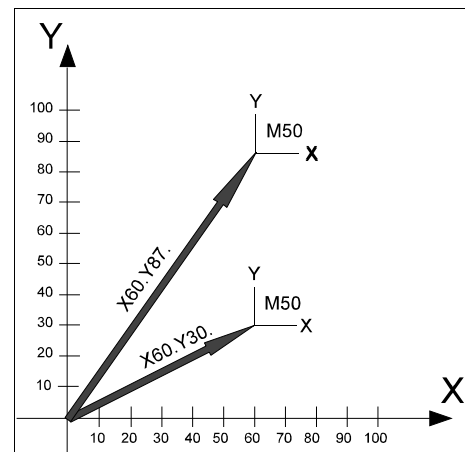
Zum besseren Verständnis der Versatzbefehle sind in dieser Anleitung die Versatzkoordinaten durch Zeiger dargestellt. Die Spitze eines Versatzzeigers zeigt auf die Versatzkoordinate. Die Versatzbefehle (M50..M90) werden durch ein kleines Koordinatensystem an der Spitze eines Versatzzeigers dargestellt. Die Achsen dieses Koordinatensystems berücksichtigen eine eventuelle Drehung/Spiegelung. Beispiel

x60.y30.m50

x60.y87.m50

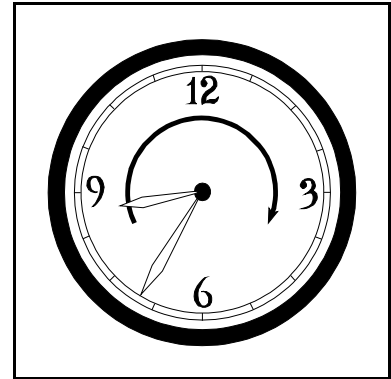
x60.y30. Die Versatzkoordinaten beziehen sich auf das Ausgangssystem

m50 Die Versatzbedingung definiert eine neue Achslage (im Beispiel sind die neue Achslage und die alte Achslage identisch).



Definition des Drehsinns

In der Beschreibung wird häufig von Drehrichtungen geschrieben. Um eine eindeutige Definition zu erhalten, wird dabei der Drehsinn eines Uhrzeigers (Pfeilrichtung) zugrunde gelegt.



6.1.2 Werkzeugwechsel

Werden in einem Mehrfachnutzen-Programm mehrere Werkzeuge benötigt, ergibt sich als Problematik, daß eventuell unnötige Werkzeugwechsel durchgeführt werden.

- ▶ Werden lediglich am Ende des Produktionsprogramms die Versatzbefehle eingefügt (linkes Beispiel), führt die CNC während der Abarbeitung eines jeden Nutzens unnötigerweise alle Werkzeugwechsel durch.
- ▶ Die korrekte Programmierung zeigt (rechtes Beispiel): Vor jedem Werkzeugwechsel muß sichergestellt sein, daß zunächst alle Nutzen mit diesem Werkzeug gebohrt werden. *Hinweis: Die CNC stellt im Betriebszustand PROGRAMMIEREN mit dem Befehl CTRL+R eine hilfreiche Funktion zur Verfügung, alle benötigten Versatzbefehle zu kopieren.*

```
( ANFANG: T1 )
X0.000 Y0.000 T0 T1 M31
X0.000 Y0.000G45R20.F10
X0.000 Y0.000 T0
( ANFANG: T2 )
X10.000 Y-20.000 T2
X20.000 Y-10.000
( VERSATZBEFEHLE )
X25.000 Y25.000 M50
X75.000 Y75.000 M50 M30
```

```
( ANFANG: T1 )
X0.000 Y0.000 T0 T1 M31
X0.000 Y0.000G45R20.F10
X0.000 Y0.000 T0
( VERSATZBEFEHLE )
X25.000 Y25.000 M50
X75.000 Y75.000 M50 M30
( ANFANG: T2 )
X10.000 Y-20.000 T2 M31
X20.000 Y-10.000
( VERSATZBEFEHLE )
X25.000 Y25.000 M50
X75.000 Y75.000 M50 M30
```

6.1.3 Step and Repeat

Die Versatzbefehle des Formats 5000 enthalten in sich keine Wiederholfunktion. Es sind lediglich Versatzbefehle. Dadurch ist es möglich, ein "Ursprungsnutzen" maschinenunabhängig zu programmieren und nachträglich an die Maschine anzupassen. Die folgenden Beispielpprogramme werden identisch abgearbeitet.

- ▶ Im linken Beispiel sind die Maschinenkoordinaten programmiert.
- ▶ Das mittlere Beispiel zeigt lediglich, daß durch das Hinzufügen eines Versatzbefehls (X0Y0M50) keine Wiederholung erfolgt. Während der Abarbeitung adaptiert die CNC die Versatzkoordinaten auf jede Arbeitsposition.
- ▶ Die Koordinaten im rechten Beispiel enthalten lediglich die Koordinatenwerte bezogen auf den Nutzennullpunkt. Die Maschinenanpassung erfolgt mit dem Versatzbefehl (X220.Y150.M50).

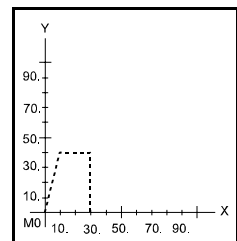
X234.23Y142.25T1M31	X234.23Y142.25T1M31	X14.23Y-7.25T1M31
X213.53Y183.24	X213.53Y183.24	X-6.47Y33.24
X242.33Y237.22M30	X242.33Y237.22	X22.33Y87.22
	X0Y0M50 M30	X220.Y150.M50 M30

Um im Format 5000 *step and repeat* (versetzen und wiederholen) zu programmieren, muß für jede Abarbeitung ein separater Versatzbefehl (also mindestens zwei Befehle!) programmiert werden. Im nächsten Beispiel sollen zwei Kreise mit identischen Daten mehrfach abgearbeitet werden. Programmiert wurde zunächst ein Kreis mit dem Kreismittelpunkt auf X0Y0. Durch die abschließenden Versatzbefehle wird der Kreis auf die korrekte Position verschoben (X25.Y25.) und wiederholt abgearbeitet (X75.Y75.). Diese Art der Programmierung wird z. B. häufig im Adapterbau verwendet, wenn versetzte Lochreihen an verschiedenen Positionen in gedrehten Lagen programmiert werden müssen. *Hinweis: Die CNC unterstützt diese Art von Programmierung im Betriebszustand PROGRAMMIEREN (Block markieren ... CTRL+Q ... H Pattern erstellen).*

```
( ABSCHNITTSANFANG )
X0.000Y0.000T0T5 M31
X0.000Y0.000G45R20.F1.2
X0.000Y0.000T0
( STEP AND REPEAT )
X25.000Y25.000 M50
X75.000Y75.000 M50 M30
```

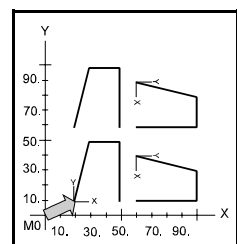
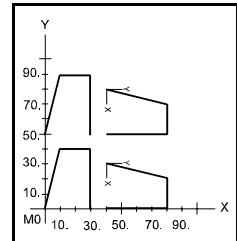
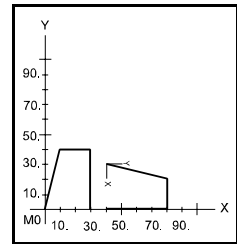
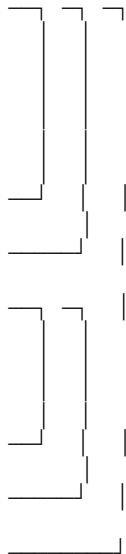
6.1.4 Nested Step and Repeat (geschachtelte Programme)

Um komplexe Programme weitestgehend maschinenunabhängig zu programmieren, ist es sinnvoll, Abschnitte zunächst zu klammern. Ein geklammerter Abschnitt kann wiederum manipuliert werden (verschieben, wiederholen, drehen, spiegeln). Für jede Aktion wird eine neue Klammer programmiert. Dadurch ergeben sich geschachtelte Programme. Diese Vorgehensweise ist vor allem bei der Erstellung von Fräsprogrammen notwendig, da diese ja in der Regel am Schreibtisch und nicht an der Produktionsmaschine erstellt werden (oder etwa nicht!?)!



In diesem Beispiel soll eine Frässtrecke viermal abgearbeitet werden. Zwei Abarbeitungen sind außerdem um 90° im Uhrzeigersinn gedreht. Der Anfangspunkt der Ursprungs-Frässtrecke befindet sich an X0.Y0.

```
( WERKZEUG T1 )
X0.Y0.T0T1 M31 M31 M31
X10.Y40.G1F1.2
X30.Y40.
X30.Y0.
X30.Y0.T0
(NUTZEN ANORDNEN)
X0.Y0. M50
X40.Y30. M60M90 M30
X0.Y0. M50
X0.Y50. M500 M30
( WERKZEUG T2 )
X10.Y10.T2 M31 M31
...
X90.Y90.
(NUTZEN ANORDNEN)
X0.Y0. M50
X40.Y30. M60M90 M30
X0.Y0. M50
X0.Y50. M50 M30
(MASCHINENANPASSUNG)
X20.Y10 M50 M30
```



- ▶ Im ersten Programmabschnitt ist die Ursprungs-Frässtrecke programmiert (Bild oben)
- ▶ Im nächsten Schritt sollen zwei Nutzen generiert werden. Da alle Versatzkoordinaten maschinenunabhängig programmiert werden sollen, genügt es, für das erste Nutzen einen "Null"-Versatzbefehl (X0.Y0.M50) zu programmieren. Danach wird zweite Nutzen versetzt und um 90° im Uhrzeigersinn gedreht (X40.Y30.M60M90).
- ▶ Beide Nutzen sollen nun verdoppelt werden. Durch einen weiteren "Null"-Versatzbefehl (X0.Y0.M50) wird gewährleistet, daß beide Nutzen an der bisherigen Position erhalten bleiben. Erst durch einen zusätzlichen Versatzbefehl (X0.Y50.M50) erfolgt die Wiederholung.
- ▶ Die Maschinenanpassung erfolgt erst, wenn alle Werkzeuge programmiert und mit der oben beschriebenen Nutzenstruktur versehen sind. Der abschließende Versatz X20.Y10.M50 paßt das Programm auf dem Maschinentisch an.

Vorausgesetzt, alle Maschinen eines Betriebes sind aufeinander abgestimmt, kann ein so aufgebautes Produktionsprogramm auf allen Maschinen abgearbeitet werden, ohne daß ein zusätzlicher Versatzbefehl durch den Maschinenbediener erforderlich ist. Da die Fräskoordinaten skizzenbezogen sind und die Nutzenkoordinaten Platinenbezogen sind, bleibt das Programm auch für spätere Änderungen übersichtlich und gut editierbar.

6.2 M30 Klammer ZU

6.3 M31 Klammer AUF

<code>Xx.xxxYy.yyy M31</code>	Klammer AUF (Anfang eines Programmabschnitts)
<code>Xx.xxxYy.yyy M30</code>	Klammer ZU (Ende eines Programmabschnitts)
<code>Xx.xxxYy.yyy</code>	Die Koordinaten gehören schon zum geklammerten Abschnitt

Der M30-Befehl beendet den letzten noch nicht abgeschlossenen Programmabschnitt. Der M31-Befehl beginnt einen neuen Programmabschnitt.

Sind mehrere Programmabschnitte mit M31 begonnen worden, beendet M30 den Abschnitt, der durch das letzte M31 begonnen wurde.

Die CNC meldet während der Abarbeitung und in der Grafikdarstellung STEP + REPEAT FEHLER, wenn

- ▶ mehr als fünf M31-Klammern gleichzeitig geöffnet sind oder
- ▶ ein Programmabschnitt nicht abgeschlossen ist (M30 fehlt)

6.4 M50 Einfacher Versatz

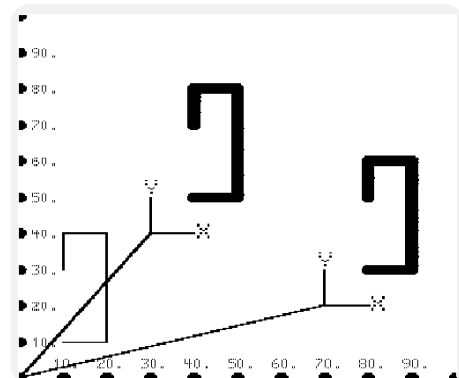
Xx.xxxYy.yyy M50 einfacher Versatz ohne Drehung/Spiegelung

Die Versatzkoordinaten definieren einen neuen Nullpunkt des aktuellen Programmabschnitts. Zur Berechnung der Versatzkoordinaten wird eine beliebige Bohrung oder Fräsung betrachtet. Ermitteln Sie die aktuelle Koordinatenlage (IST) und die neue Koordinatenlage (SOLL) und tragen Sie die Werte in die Formel ein.

$$\begin{aligned} X_{M50\text{-Versatz}} &= X_{\text{Soll-Position}} - X_{\text{Ist-Position}} \\ Y_{M50\text{-Versatz}} &= Y_{\text{Soll-Position}} - Y_{\text{Ist-Position}} \end{aligned}$$

```
X10.Y30.T0T2 M31
X10.Y40.G1F1.2
X20.Y40.
X20.Y10.
X10.Y10.
X10.Y10.T0
X30.Y40.M50
X70.Y20.M50 M30
```

Dünne Linien in der Abbildung dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Produktionsprogramms. Dicke Linien zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.



X10.Y30.T0T2M31 Programmierte Fräskontur. Da sich am Abschnittsende Versatzblöcke befinden, wird der Abschnitt auch nur unter Berücksichtigung der Versatzblöcke abgearbeitet. Der M31-Befehl in der ersten Programmzeile beginnt den Programmabschnitt (Klammer AUF).

...

X10.Y10.T0

X30.Y40.M50 Die Fräskontur soll versetzt werden. Der Anfangspunkt der Frässtrecke liegt dann bei X40.Y70. Nach Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnen sich die M50-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M50\text{-Versatz}} &= X40. - X10. = X30. \\ Y_{M50\text{-Versatz}} &= Y70. - Y30. = Y40. \end{aligned}$$

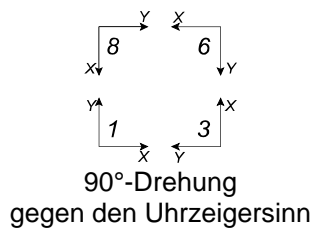
X70.Y20.M50 Der Anfangspunkt der zweiten Frässtrecke soll bei X80.Y50. liegen. Daraus errechnen sich die M50-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M50\text{-Versatz}} &= X80. - X10. = X70. \\ Y_{M50\text{-Versatz}} &= Y50. - Y30. = Y20. \end{aligned}$$

M30 Der M30-Befehl beendet den Programmabschnitt.

6.5 M60 Drehung um 90°

$X_{M60\text{-Versatz}}$ $Y_{M60\text{-Versatz}}$ **M60** Versatz und 90°-Drehung

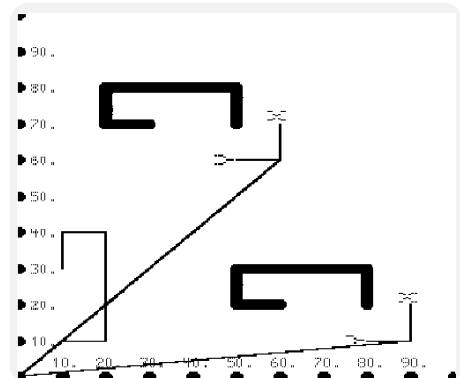


Die Versatzkoordinaten definieren einen neuen Nullpunkt des aktuellen Programmabschnitts. Zur Berechnung der Versatzkoordinaten wird eine beliebige Bohrung oder Fräsung betrachtet. Ermitteln Sie die aktuelle Koordinatenlage (IST) und die neue Koordinatenlage (SOLL) und tragen Sie die Werte in die Formel ein.

$$\begin{aligned} X_{M60\text{-Versatz}} &= X_{\text{Soll-Position}} + Y_{\text{Ist-Position}} \\ Y_{M60\text{-Versatz}} &= Y_{\text{Soll-Position}} - X_{\text{Ist-Position}} \end{aligned}$$

```
X10.Y30.T0T2 M31
X10.Y40.G1 F1.2
X20.Y40.
X20.Y10.
X10.Y10.
X10.Y10.T0
X60.Y60.M60
X90.Y10.M60 M30
```

Dünne Linien in der Abbildung dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Produktionsprogramms. Dicke Linien zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.



X10.Y30.T0T2M31 Programmierte Fräskontur. Da sich am Abschnittsende Versatzblöcke befinden, wird der Abschnitt auch nur unter Berücksichtigung der Versatzblöcke abgearbeitet. Der M31-Befehl in der ersten Programmzeile beginnt den Programmabschnitt (Klammer AUF).

X60.Y60.M60 Die Fräskontur soll versetzt und um 90° gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Der Anfangspunkt der Frässtrecke liegt dann bei X30.Y70. Nach Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnen sich die M60-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M60\text{-Versatz}} &= X30. + Y30. = X60. \\ Y_{M60\text{-Versatz}} &= Y70. - X10. = Y60. \end{aligned}$$

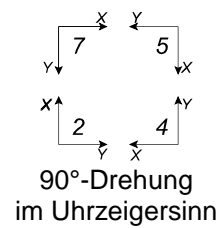
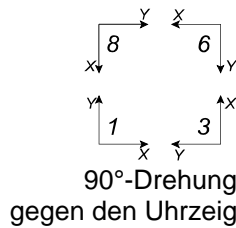
X90.Y10.M60 Der Anfangspunkt der zweiten Frässtrecke soll bei X60.Y20. liegen. Daraus errechnen sich die M60-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M60\text{-Versatz}} &= X60. + X30. = X90. \\ Y_{M60\text{-Versatz}} &= Y20. - Y10. = Y10. \end{aligned}$$

M30 Klammer ZU für den Programmabschnitt.

6.6 M60M70 Spiegelung um Y-Achse, 90°-Drehung

Xx.xxxYy.yyy M60M70 Versatz, 90°-Drehung und Spiegelung um die Y-Achse

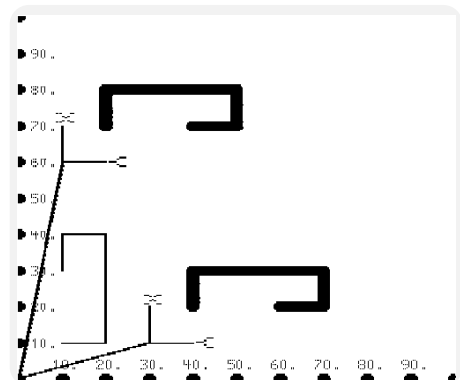


Die Versatzkoordinaten definieren einen neuen Nullpunkt des aktuellen Programmabschnitts. Zur Berechnung der Versatzkoordinaten wird eine beliebige Bohrung oder Fräsung betrachtet. Ermitteln Sie die aktuelle Koordinatenlage (IST) und die neue Koordinatenlage (SOLL) und tragen Sie die Werte in die Formel ein.

$$\begin{aligned} X_{M60M70\text{-Versatz}} &= X_{\text{Soll-Position}} - Y_{\text{Ist-Position}} \\ Y_{M60M70\text{-Versatz}} &= Y_{\text{Soll-Position}} - X_{\text{Ist-Position}} \end{aligned}$$

```
X10.Y30.T0T2 M31
X10.Y40.G1 F1.
X20.Y40.
X20.Y10.
X10.Y10.
X10.Y10.T0
X10.Y60.M60M70
X30.Y10.M60M70 M30
```

Dünne Linien in der Abbildung dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Produktionsprogramms. Dicke Linien zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.



X10.Y30.T0T2M31 Programmierte Fräskontur. Da sich am Abschnittsende Versatzblöcke befinden, wird der Abschnitt auch nur unter Berücksichtigung der Versatzblöcke abgearbeitet. Der M31-Befehl in der ersten Programmzeile beginnt den Programmabschnitt (Klammer AUF).

X10.Y60.M60M70 Die Fräskontur soll versetzt, um 90° im Uhrzeigersinn gedreht und um die Y-Achse gespiegelt werden. Der Anfangspunkt der Frässtrecke liegt dann bei X40.Y70. Nach Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnen sich die M60M70-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M60M70\text{-Versatz}} &= X40. - Y30. = X10. \\ Y_{M60M70\text{-Versatz}} &= Y70. - X10. = Y60. \end{aligned}$$

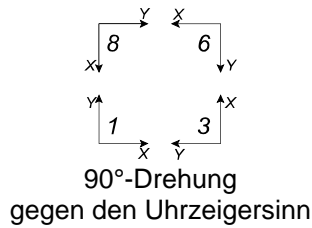
X30.Y10.M60M70 Der Anfangspunkt der zweiten Frässtrecke soll bei X60.Y20. liegen. Daraus errechnen sich die M60M70-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M60M70\text{-Versatz}} &= X60. - Y30. = X30. \\ Y_{M60M70\text{-Versatz}} &= Y20. - Y10. = Y10. \end{aligned}$$

M30 Klammer ZU für den Programmabschnitt.

6.7 M60M80 Spiegelung um X-Achse, 90°-Drehung

Xx.xxxYy.yyy M60M80 Versatz, 90°-Drehung und Spiegelung um die X-Achse

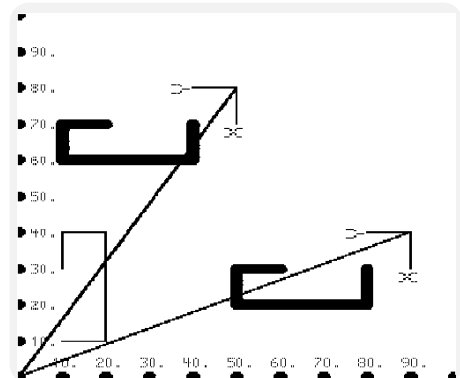


Die Versatzkoordinaten definieren einen neuen Nullpunkt des aktuellen Programmabschnitts. Zur Berechnung der Versatzkoordinaten wird eine beliebige Bohrung oder Fräsung betrachtet. Ermitteln Sie die aktuelle Koordinatenlage (IST) und die neue Koordinatenlage (SOLL) und tragen Sie die Werte in die Formel ein.

$$\begin{aligned} X_{M60M80\text{-Versatz}} &= X_{\text{Soll-Position}} + Y_{\text{Ist-Position}} \\ Y_{M60M80\text{-Versatz}} &= Y_{\text{Soll-Position}} + X_{\text{Ist-Position}} \end{aligned}$$

```
X10. Y30.T0T2 M31
X10. Y40. G1 F1.
X20. Y40.
X20. Y10.
X10. Y10.
X10. Y10. T0
X50. Y80. M60M80
X90. Y40. M60M80 M30
```

Dünne Linien in der Abbildung dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Produktionsprogramms. Dicke Linien zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.



X10.Y30.T0T2M31 Programmierte Fräskontur. Da sich am Abschnittsende Versatzblöcke befinden, wird der Abschnitt auch nur unter Berücksichtigung der Versatzblöcke abgearbeitet. Der M31-Befehl in der ersten Programmzeile beginnt den Programmabschnitt (Klammer AUF).

X50.Y80.M60M80 Die Fräskontur soll versetzt, um 90° gegen den Uhrzeigersinn gedreht und um die X-Achse gespiegelt werden. Der Anfangspunkt der Frässtrecke liegt dann bei X20.Y70. Nach Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnen sich die M60M80-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M60M80\text{-Versatz}} &= X20. + Y30. = X50. \\ Y_{M60M80\text{-Versatz}} &= Y70. + X10. = Y80. \end{aligned}$$

X90.Y40.M60M80 Der Anfangspunkt der zweiten Frässtrecke soll bei X60.Y30. liegen. Daraus errechnen sich die M60M80-Versatzkoordinaten:

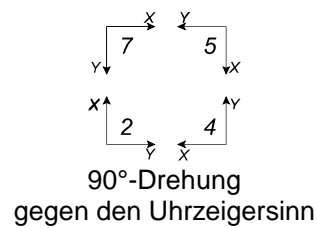
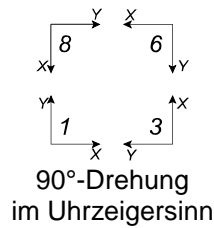
$$\begin{aligned} X_{M60M80\text{-Versatz}} &= X60. + Y30. = X90. \\ Y_{M60M80\text{-Versatz}} &= Y30. + Y10. = Y40. \end{aligned}$$

M30 Klammer ZU für den Programmabschnitt.

6.8 M60M90 Versatz mit 90°-Drehung

Xx.xxxYy.yyy M60M90

Versatz und 90°-Drehung

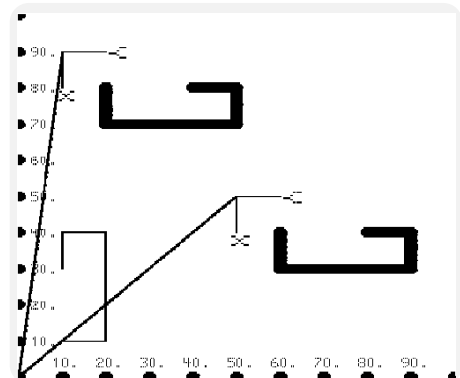


Die Versatzkoordinaten definieren einen neuen Nullpunkt des aktuellen Programmabschnitts. Zur Berechnung der Versatzkoordinaten wird eine beliebige Bohrung oder Fräsung betrachtet. Ermitteln Sie die aktuelle Koordinatenlage (IST) und die neue Koordinatenlage (SOLL) und tragen Sie die Werte in die Formel ein.

$$\begin{aligned} X_{M60M90\text{-Versatz}} &= X_{\text{Soll-Position}} - Y_{\text{Ist-Position}} \\ Y_{M60M90\text{-Versatz}} &= Y_{\text{Soll-Position}} + X_{\text{Ist-Position}} \end{aligned}$$

```
X10. Y 30. T0T2 M31
X10. Y40. G1 F1.
X20. Y40.
X20. Y10.
X10. Y10.
X10. Y10. T0
X10. Y90. M60M90
X50. Y50. M60M90 M30
```

Dünne Linien in der Abbildung dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Produktionsprogramms. Dicke Linien zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.



X10.Y30.T0T2M31 Programmierte Fräskontur. Da sich am Abschnittsende Versatzblöcke befinden, wird der Abschnitt auch nur unter Berücksichtigung der Versatzblöcke abgearbeitet. Der M31-Befehl in der ersten Programmzeile beginnt den Programmabschnitt (Klammer AUF).

X10.Y90.M60M90 Die Fräskontur soll versetzt und um 90° im Uhrzeigersinn gedreht werden. Der Anfangspunkt der Frässtrecke liegt dann bei X40.Y80. Nach Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnen sich die M60M90-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M60M90\text{-Versatz}} &= X40. - Y30. = X10. \\ Y_{M60M90\text{-Versatz}} &= Y80. + X10. = Y90. \end{aligned}$$

X50.Y50.M60M90 Der Anfangspunkt der zweiten Frässtrecke soll bei X80.Y40. liegen. Daraus errechnen sich die M60-Versatzkoordinaten:

$$\begin{aligned} X_{M60M90\text{-Versatz}} &= X80. - X30. = X50. \\ Y_{M60M90\text{-Versatz}} &= Y40. + Y10. = Y50. \end{aligned}$$

M30 Klammer ZU für den Programmabschnitt.

6.9 M70 Versatz und Spiegelung um Y-Achse

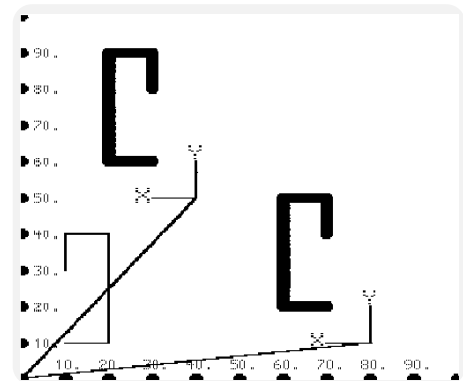
Xx.xxxYy.yyy M70 Versatz und Spiegelung um die Y-Achse

Die Versatzkoordinaten definieren einen neuen Nullpunkt des aktuellen Programmabschnitts. Zur Berechnung der Versatzkoordinaten wird eine beliebige Bohrung oder Fräsung betrachtet. Ermitteln Sie die aktuelle Koordinatenlage (IST) und die neue Koordinatenlage (SOLL) und tragen Sie die Werte in die Formel ein.

$$\begin{aligned} X_{M70\text{-Versatz}} &= X_{\text{Soll-Position}} + X_{\text{Ist-Position}} \\ Y_{M70\text{-Versatz}} &= Y_{\text{Soll-Position}} - Y_{\text{Ist-Position}} \end{aligned}$$

```
X10. Y 30.T0T2 M31
X10. Y40. G1 F1.
X20. Y40.
X20. Y10.
X10. Y10.
X10. Y10. T0
X40. Y50. M70
X80. Y10. M70 M30
```

Dünne Linien in der Abbildung dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Produktionsprogramms. Dicke Linien zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.



X10.Y30.T0T2M31 Programmierte Fräskontur. Da sich am Abschnittsende Versatzblöcke befinden, wird der Abschnitt auch nur unter Berücksichtigung der Versatzblöcke abgearbeitet. Der M31-Befehl in der ersten Programmzeile beginnt den Programmabschnitt (Klammer AUF).

...

X10.Y10.T0

X40.Y50.M70

Die Fräskontur soll versetzt und um die Y-Achse gespiegelt werden. Der Anfangspunkt der Frässtrecke liegt dann bei X30.Y70. Nach Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnen sich die M70-Versatzkoordinaten:

$$X_{M70\text{-Versatz}} = X30. + Y10. = X40.$$

$$Y_{M70\text{-Versatz}} = Y80. - X30. = Y50.$$

X80.Y10.M70

Der Anfangspunkt der zweiten Frässtrecke soll bei X70.Y40. liegen. Daraus errechnen sich die M60-Versatzkoordinaten:

$$X_{M70\text{-Versatz}} = X70. + Y10. = X80.$$

$$Y_{M70\text{-Versatz}} = Y40. - Y30. = Y10.$$

M30

Klammer ZU für den Programmabschnitt.

6.10 M80 Versatz und Spiegelung um X-Achse

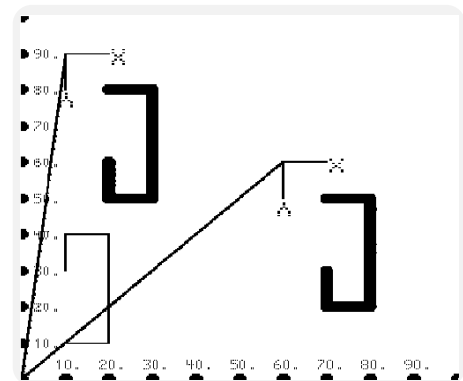
Xx.xxxYy.yyy M80 Versatz und Spiegelung um die X-Achse

Die Versatzkoordinaten definieren einen neuen Nullpunkt des aktuellen Programmabschnitts. Zur Berechnung der Versatzkoordinaten wird eine beliebige Bohrung oder Fräsung betrachtet. Ermitteln Sie die aktuelle Koordinatenlage (IST) und die neue Koordinatenlage (SOLL) und tragen Sie die Werte in die Formel ein.

$$\begin{aligned} X_{M80\text{-Versatz}} &= X_{\text{Soll-Position}} - X_{\text{Ist-Position}} \\ Y_{M80\text{-Versatz}} &= Y_{\text{Soll-Position}} + Y_{\text{Ist-Position}} \end{aligned}$$

```
X10. Y 30. T0 T2 M31
X10. Y40. G1 F1.
X20. Y40.
X20. Y10.
X10. Y10.
X10. Y10. T0
X10. Y90. M80
X60. Y60. M80 M30
```

Dünne Linien in der Abbildung dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Produktionsprogramms. Dicke Linien zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.



X10. Y30. T0 T2 M31 Programmierte Fräskontur. Da sich am Abschnittsende Versatzblöcke befinden, wird der Abschnitt auch nur unter Berücksichtigung der Versatzblöcke abgearbeitet. Der M31-Befehl in der ersten Programmzeile beginnt den Programmabschnitt (Klammer AUF).

...

X10. Y10. T0

X10. Y90. M80

Die Fräskontur soll versetzt und um die X-Achse gespiegelt werden. Der Anfangspunkt der Frässtrecke liegt dann bei X20.Y60. Nach Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnen sich die M80-Versatzkoordinaten:

$$X_{M80\text{-Versatz}} = X20. - Y10. = X10.$$

$$Y_{M80\text{-Versatz}} = Y60. + X30. = Y90.$$

X60. Y60. M80

Der Anfangspunkt der zweiten Frässtrecke soll bei X70.Y30. liegen. Daraus errechnen sich die M60-Versatzkoordinaten:

$$X_{M80\text{-Versatz}} = X70. - Y10. = X60.$$

$$Y_{M80\text{-Versatz}} = Y30. + Y30. = Y60.$$

M30

Klammer ZU für den Programmabschnitt.

6.11 M90 Versatz mit 180°-Drehung

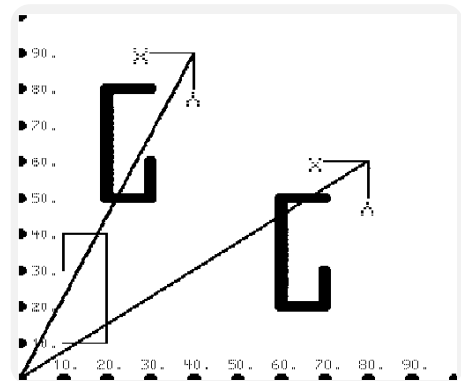
Xx.xxxYy.yyy M90 Versatz und 180°-Drehung

Die Versatzkoordinaten definieren einen neuen Nullpunkt des aktuellen Programmabschnitts. Zur Berechnung der Versatzkoordinaten wird eine beliebige Bohrung oder Fräsung betrachtet. Ermitteln Sie die aktuelle Koordinatenlage (IST) und die neue Koordinatenlage (SOLL) und tragen Sie die Werte in die Formel ein.

$$\begin{aligned} X_{M90\text{-Versatz}} &= X_{\text{Soll-Position}} + X_{\text{Ist-Position}} \\ Y_{M90\text{-Versatz}} &= Y_{\text{Soll-Position}} + Y_{\text{Ist-Position}} \end{aligned}$$

```
X10. Y 30. T0 T2 M31
X10. Y40. G1 F1.
X20. Y40.
X20. Y10.
X10. Y10.
X10. Y10. T0
X40. Y90. M90
X80. Y60. M90 M30
```

Dünne Linien in der Abbildung dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Produktionsprogramms. Dicke Linien zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.



X10. Y30. T0 T2 M31 Programmierte Fräskontur. Da sich am Abschnittsende Versatzblöcke befinden, wird der Abschnitt auch nur unter Berücksichtigung der Versatzblöcke abgearbeitet. Der M31-Befehl in der ersten Programmzeile beginnt den Programmabschnitt (Klammer AUF).

...

X10. Y10. T0

X40. Y90. M90

Die Fräskontur soll versetzt und um 180° gedreht werden. Der Anfangspunkt der Frässtrecke liegt dann bei X30.Y60. Nach Einsetzen der Werte in die obige Formel errechnen sich die M90-Versatzkoordinaten:

$$X_{M90\text{-Versatz}} = X30. + Y10. = X40.$$

$$Y_{M90\text{-Versatz}} = Y60. + X30. = Y90.$$

X80. Y60. M90

Der Anfangspunkt der zweiten Frässtrecke soll bei X70.Y30. liegen. Daraus errechnen sich die M60-Versatzkoordinaten:

$$X_{M90\text{-Versatz}} = X70. + X10. = X80.$$

$$Y_{M90\text{-Versatz}} = Y30. + Y30. = Y60.$$

M30

Klammer ZU für den Programmabschnitt.

6.12 M50V2 Nutzenreihe/Nutzenfeld

Nutzenreihe

... M31

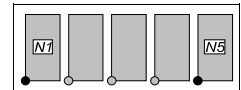
...

X0Y0 M50V2

Xx.xxxY0 M50Ww M30

Xx.xxx

Ww



Nutzenreihe mit Angabe der Anzahl der Nutzen

Abstand zwischen den Nullpunkten des ersten und des letzten Nutzens

Anzahl der Nutzen in der Nutzenreihe

Nutzenspalte

... M31

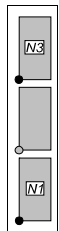
...

X0Y0 V2

X0Yy.yyy M50Ww M30

Yy.yyy

Ww



Nutzenreihe mit Angabe der Anzahl der Nutzen

Abstand zwischen den Nullpunkten des ersten und des letzten Nutzens

Anzahl der Nutzen in der Nutzenspalte

Nutzenfeld

... M31M31

...

X0Y0 M50V2

Xx.xxxY0 M50Ww1 M30

X0Y0 M50V2

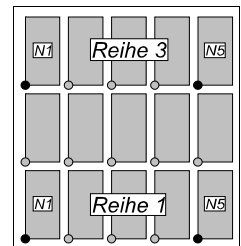
X0Yy.yyy M50Ww2 M30

Xx.xxx

Yy.yyy

Ww1

Ww2



(Nutzenreihe)

Nutzenfeld mit Angabe der Anzahl der Nutzen

Abstand zwischen den Nullpunkten des ersten und des letzten Nutzens einer Nutzenreihe

Abstand zwischen den Nullpunkten der ersten und der letzten Nutzenreihe

Anzahl der Nutzen in der Nutzenreihe

Anzahl der Nutzenreihen im Nutzenfeld

Für den Parameter W sind nur positive Werte erlaubt

W	Wiederholungen
Minimum	2
Maximum	65000

Aus der Kombination M50 (Versatzbefehl) und V2 (Wiederholung) läßt sich eine Wiederholstruktur programmieren. Der vorherige Programmabschnitt muß mit den M31- und M30-Befehlen geklammert werden. Die Anzahl der Wiederholungen wird mit dem Wiederholungszähler W bestimmt (inklusive Anfangs- und Endnutzen). Den Abstand zwischen den Nutzen errechnet die CNC während der Abarbeitung.

Durch die einmalige Anwendung der M50V2-Struktur wird eine Reihe/Spalte programmiert. Durch eine weitere Klammer wird die vorherige Struktur entsprechend wiederholt und es entsteht ein Nutzenfeld. Die Anzahl der Nutzen ergibt sich aus der Multiplikation der Nutzen pro Reihe mit der Anzahl der Reihen:

Gesamtanzahl = (Nutzen pro Reihe) · (Anzahl der Reihen)

Der M50-Befehl muß in jeder Versatzzeile programmiert werden. Der gesamte Abschnitt muß mit den notwendigen M31-M30-Befehlen geklammert werden.

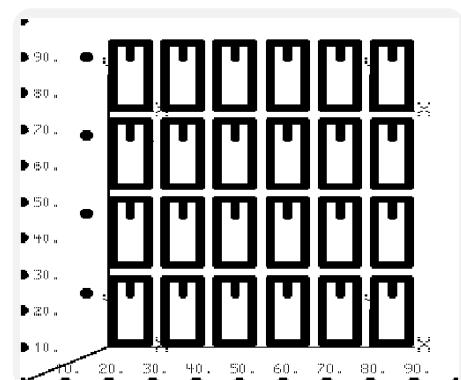
6.12.1 Nutzenreihe/Nutzenspalte

Eine Nutzenreihe enthält mehrere Nutzen, die nebeneinander (in X-Richtung) angeordnet sind. Eine Nutzenspalte enthält mehrere Nutzen, die übereinander (in Y-Richtung) angeordnet sind. Die korrekte Nullpunktlage der einzelnen Nutzen errechnet die CNC während der Abarbeitung aus den Abstandsangaben (Koordinaten XY) und der Anzahl der Nutzen (Parameter W). Es dürfen natürlich nur soviel Wiederholungen (Parameter W) programmiert werden, daß sich die einzelnen Nutzen nicht überschneiden! Da die CNC keine Informationen über die Nutzengröße besitzt, kann daher auch keine Überprüfung erfolgen. Da es immer zweckmäßig ist, weitestgehend maschinenunabhängig zu programmieren, werden in den M50V2-Blöcken nur die Abstandsangaben programmiert.

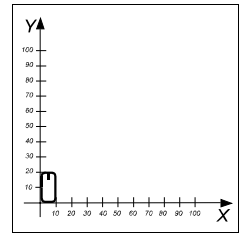
6.12.2 Nutzenfeld

Ein Nutzenfeld besteht aus mehreren Nutzenreihen/Nutzenspalten. Die korrekte Nullpunktlage der einzelnen Nutzen errechnet die CNC während der Abarbeitung aus den Abstandsangaben (Koordinaten XY) und der Anzahl der Nutzenreihen/Nutzenspalten (Parameter W). Um ein Nutzenfeld zu erzeugen, wird zunächst eine Nutzenreihe oder Nutzenspalte programmiert. In einer weiteren M50V2-Struktur wird die Anzahl der Wiederholungen dieser Nutzenreihe programmiert. Der gesamte Programmabschnitt wird noch einmal mit den M31-M30-Befehlen geklammert. Dadurch ergeben sich in der ersten Programmzeile des Programmabschnitts zwei M31-Befehle. Beispiel:

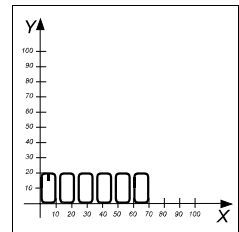
```
X5.Y10.T0T2 M31 M31 M31
X5.Y10.G49I10.J20.F1.2
X5.Y10.T0
(NUTZENREIHE)
X0.Y0.M50V2
X60.Y0.M50W6 M30
(KONTROLLBOHRUNG)
X-5.Y15.T2
(NUTZENREIHE WIEDERHOLEN)
X0.Y0.M50V2
X0.Y65.M50W4 M30
(KOMPLETTVERSATZ)
X20.Y10.M50 M30
```



Blöcke 1 bis 3
M31M31M31
 Klammer AUF: Reihe
 Klammer AUF: Spalte
 Klammer AUF: Komplett
X0.Y0.M50V2 Das erste Nutzen wird nicht versetzt (X0Y0).

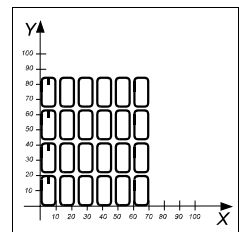


X60.Y0.M50W6M30 Die Distanz zwischen dem Nullpunkt des ersten und des letzten Nutzens der Reihe beträgt 60.0 mm in X-Richtung. Es sind 6 Nutzen der Nutzenreihe programmiert. Der M30-Befehl schließt die erste Klammer.



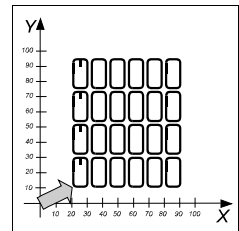
X-5.Y15T2 Nach jeder Nutzenreihe erfolgt eine Kontrollbohrung.

X0.Y0.M50V2 Die erste Nutzenreihe wird nicht versetzt (X0Y0).
XY65.M50W4M30 Die Distanz zwischen dem Nullpunkt der ersten und der letzten Nutzenreihe beträgt 65.0 mm in Y-Richtung. Es sind 4 Nutzenreihen programmiert. Das ergibt insgesamt $6 \cdot 4 = 24$ Nutzen. Der M30-Befehl schließt die zweite Klammer.



Hinweis: Werden zusätzliche Werkzeuge benötigt, muß diese Versatzstruktur hinter jeden Werkzeugabschnitt kopiert werden.

X20.Y10.M50M30 In der letzten Programmzeile des Produktionsprogramms wird das gesamte Nutzenfeld um 20.0 mm in X-Richtung und um 10.0 mm in Y-Richtung versetzt. Dieser Versatzbefehl bestimmt die endgültige Lage des Nutzenfeldes. Der M30-Befehl schließt die dritte Klammer.



7 Unterprogramme

Voraussetzung: Die abarbeitende CNC kann Unterprogramme abarbeiten. Die SIEB & MEYER Steuerungen CNC 44.00, CNC 45.00 und alle nachfolgenden CNC-Generationen beherrschen die Unterprogrammtechnik.

Ab dem Format 5000 können Unterprogramme definiert und abgearbeitet werden. Ein Unterprogramm ist immer dann zweckmäßig, wenn ein Programmabschnitt

- ▶ in verschiedenen Produktionsprogrammen verwendet wird (z. B. Aufnahmelöcher für die Weiterproduktion, Ausfräsungen, usw.)
- ▶ an verschiedenen Stellen innerhalb eines Produktionsprogramms benötigt wird

Der Vorteil der Unterprogrammtechnik macht sich vor allem bei späteren Änderungen bemerkbar. Müssen die Aufnahmelöcher z. B. aus produktionstechnischen Gründen für die Weiterverarbeitung (Galvanik, Ritzen, usw.) umprogrammiert werden, ändern Sie lediglich das entsprechende Unterprogramm. Jedes (alte und neue) Produktionsprogramm, das dieses Unterprogramm aufruft, arbeitet dann automatisch mit den geänderten Koordinaten.

Mehrere Unterprogramme 5000 können in einer Unterprogrammdatei gespeichert sein. Die Datei kann mit jedem ASCII-Editor erstellt und bearbeitet werden. Die Extension muß ".SS5" lauten. Vor Produktionsbeginn muß die Unterprogrammdatei in den Unterprogramm-Arbeitsspeicher der CNC geladen werden. *Hinweis: In der CNC 44.00 bleiben die Unterprogramme auch nach dem Ausschalten im Arbeitsspeicher erhalten.*

Besondere Hinweise:

- ▶ Unterprogramme werden durch den Unterprogrammnamen gekennzeichnet. In der Unterprogrammdatei wird der Unterprogrammname zusätzlich durch ein vorangestelltes "@"-Zeichen programmiert. Beispiel:
`@BEISPIEL-UNTERPROGRAMM`
- ▶ Ein Unterprogramm wird im Produktionsprogramm oder durch ein anderes Unterprogramm aufgerufen. Es ist keine Rekursion erlaubt (=Ein Unterprogramm darf sich nicht selbst aufrufen!).
- ▶ Ein Unterprogrammaufruf wird als M31-M30-Klammer interpretiert. Beachte: Es dürfen maximal fünf Klammerebenen geschachtelt werden!
- ▶ Der Unterprogrammaufruf erfolgt mit dem M99-Befehl. Zwischen dem M99-Befehl und dem Unterprogrammnamen muß ein Trennkomma stehen. Beispiel:
`X100.Y100.M99, BEISPIEL-UNTERPROGRAMM`
- ▶ Zusätzliche Befehle (z.B. Werkzeugwechsel T, Klammerbefehl M31, usw. müssen vor dem M99-Befehl programmiert sein, da sie sonst als Unterprogrammname interpretiert werden.
- ▶ Eine Mischung aus Arbeitsblöcken (bohren/fräsen) und Versatzblöcken in einem Unterprogramm ist nicht zulässig.
- ▶ Eine Frässtrecke wird am Ende eines Unterprogramms automatisch beendet (entspricht dem Befehl T0).

7.1 M99 Aufruf eines Unterprogramms

7.2 @ Definition eines Unterprogramms

<p>Xx.xxxYy.yyy M99, Unterprogrammname @ Unterprogrammname</p>	<p>Aufruf eines Unterprogramms Definition eines Unterprogramms. Alle Definitionen werden in einer separaten Datei gespeichert.</p>
<p>Xx.xxxYy.yyy Unterprogrammname</p>	<p>Nullpunkt des Unterprogramms beliebiger Text ohne ^ < #</p>

Hinweis: In der CNC 44.00/45.00 werden Unterprogramme im Unterprogrammmeditor programmiert (MAN ... E Unterprogramme ...). Die Handhabung des Unterprogrammmeditors entspricht der Handhabung des Betriebszustands PROGRAMMIEREN. Alle CTRL-Befehle haben die gleiche Funktion.

Unterprogrammdatei

Jedes Unterprogramm beginnt mit dem @-Zeichen und dem Unterprogrammnamen. Der Unterprogrammname darf beliebig lang sein. Anschließend folgt das eigentliche Unterprogramm. Im Unterprogramm sind sämtliche Befehle des Format-5000-Befehlssatzes erlaubt. Es ist empfehlenswert, die Koordinaten innerhalb des Unterprogramms von einem neu gesetzten Nullpunkt aus zu programmieren. Die tatsächliche Koordinatenlage definieren Sie durch die XY-Werte des M99-Aufrufs. Ein Unterprogramm endet, wenn ein neues Unterprogramm beginnt. In einem Unterprogramm kann wieder ein anderes Unterprogramm aufgerufen werden (siehe Produktionsprogrammdatei).

Produktionsprogrammdatei

In einer Produktionsprogrammdatei können beliebig viele Unterprogrammaufrufe programmiert werden. Voraussetzung: Alle aufgerufenen Unterprogramme befinden sich in einer Unterprogrammdatei, die vor der Abarbeitung in den CNC-Unterprogrammsspeicher geladen wird! Der Aufruf eines Unterprogramms erfolgt mit dem M99-Befehl. Die Koordinaten wirken als Versatzkoordinaten. Zwischen dem M99-Befehl und dem Unterprogrammnamen muß ein Trennkomma eingefügt werden.

Beispiel

In der Unterprogrammdatei U-PROG.SS5 befinden sich drei Unterprogramme:
KREIS-10.0-MM kreisrundes Loch mit einem Radius von 10.0 mm
DIAGONALE-45-GRAD Gerade von 45°; Länge = 70.71 mm
FANGLOECHER bohrt drei Löcher

```
@KREIS-10.0-MM
XYT0T7
XYG45R10.F1.2
XYT0
@DIAGONALE-45-GRAD
XYT0T8
X50.Y50.G1F1.2
X50.Y50.T0
@FANGLOECHER
X25.5Y
X25.5Y500.
X300.Y250.
```

Die Unterprogrammdatei U-PROG.SS5 wird auf Diskette, Magnetband oder DNC-System gespeichert (`MAN ... DATA OUT ... Diskette ... Unterprogramme ...`). Vor der Abarbeitung muß gewährleistet sein, daß die Unterprogrammdatei in den CNC-Arbeitsspeicher geladen wird (`MAN ... DATA IN ... Diskette ... Unterprogramme ...`).

Im Produktionsprogramm erfolgt der Aufruf der Unterprogramme unter Verwendung der exakten Unterprogrammnamen. Die Koordinatenwerte wirken als Versatzwerte.

```
...
X200.Y200.M99,GERADE-45-GRAD
...
X300.Y200.M99,GERADE-45-GRAD
X300.Y300.M99,KREIS-10.0-MM
...
XYM99,FANGLOECHER
```

Durch die Unterprogrammaufrufe werden folgende Arbeiten erledigt:

- ▶ Diagonale von X200.Y200. nach X250.Y250.
- ▶ Diagonale von X300.Y200. nach X350.Y250.
- ▶ kreisrundes Loch mit dem Mittelpunkt bei X300.Y300. und einem Radius von 10.0 mm
- ▶ drei Fanglöcher

8 Verschiedenes

8.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden folgende Befehle zusammengefaßt

G90 G91	absolute Koordinaten inkrementale Koordinaten
H Z K	Abstand: Tischoberfläche zur Fahrebene Abstand: Tischoberfläche zur Arbeitsebene Abstand: Plattenoberfläche zur Arbeitsebene
M20	bedingter Stopp, wenn STOP-Taste aktiv
M21 bis M27 M34 bis M41	maschinenspezifische Funktionen (siehe Unterlagen des Maschinenherstellers)
M28 M29	Fahren zum Maschinennullpunkt und Stopp Fahren zur Parkposition und Stopp
M47	Bedienerhinweis anzeigen und Stopp
M49	COMM-Befehl ausführen
M93 M92	Abschnitt skalieren EIN Abschnitt skalieren AUS
T	Werkzeugwechsel
XY XYGg XYMm	Bohrkoordinaten Fräskordinaten (Gg=Fräsbefehl) Versatzkoordinaten (Mm=Versatzbefehl)
/	Programmzeile ignorieren
()	Kommentar

8.2 Inkremental- und Absolutbetrieb

8.2.1 G90 Absolute Koordinate

8.2.2 G91 Inkrementale Koordinate

<code>Xx.xxxYy.yyy G90</code>	Absolute Koordinaten
<code>Xx.xxxYy.yyy G91</code>	Inkrementale Koordinaten
<code>Xx.xxxYy.yyy</code>	Die Einstellungen wirken ab der aktuellen Programmzeile (einschließlich)

Der G90-Befehl interpretiert die Koordinaten absolut. Das heißt: Die Koordinatenangaben beziehen sich auf den aktuellen Nullpunkt (Nutzennullpunkt, Programmnullpunkt, Maschinennullpunkt). Der G90-Befehl ist standardmäßig aktiv und wird nur programmiert, um den Inkrementalbetrieb (G91) auszuschalten. Es kann beliebig zwischen Absolut- und Inkrementalbetrieb umgeschaltet werden.

Der G91-Befehl interpretiert die Koordinaten inkremental. Das heißt: Die Koordinatenangaben beziehen sich auf die vorherige Position. Inkrementale Koordinatenangaben in Maßzeichnungen werden auch als "Kettenmaß" bezeichnet. Der Inkrementalbetrieb wird mit dem G90-Befehl beendet.



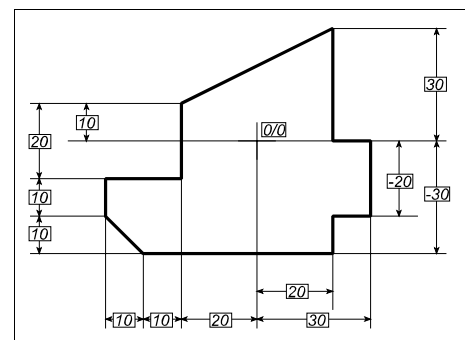
Am Ende eines Programmabschnitts (vor den Versatzblöcken M50..M90) muß mit G90 wieder auf Absolutbetrieb umgeschaltet werden! SIEB & MEYER-Versatzbefehle werden immer absolut interpretiert. Siehe auch den Abschnitt Nullpunkteinstellungen ab Seite 49.

Hinweis: Im Betriebszustand PROGRAMMIEREN der CNC ist im Inkrementalbetrieb das Programmieren (keine Handräder, Verfahrstasten o.ä.) nur noch über die Tastatur möglich. In der Statuszeile erscheint der Text INCR, wenn sich die CNC im Inkremental-Modus befindet.

Beispiel (Achsversion beliebig)

```

X20.Y-30. T0T5 M31
X20.Y-20. G1F1.2G42
X30.Y-20.
X30.Y
X20.Y
X20.Y30.
X-20.Y10.
Y-20.X G91
X-20.Y
XY-10.
X10.Y-10.
X20.Y-30. G90
X20.Y-30. T0
(KOMPLETTVERSATZ)
X80.Y70.M50M30
    
```



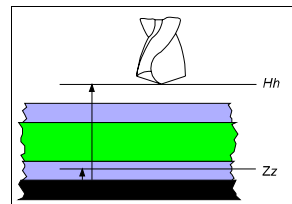
<code>X20.Y-30.T0T5 M31</code>	Absolute Koordinate bei X20.Y-30. Der M31-Befehl öffnet die Klammer für den Komplettversatz.
<code>X20.Y-20G1G42 X30.Y-20. X30.Y X20.Y X20.Y30. X-20.Y10.</code>	Im rechten Bereich der Zeichnung sind die Maße mit Absolutwerten angegeben. Alle Maßangaben beziehen sich auf den Nullpunkt der Zeichnung (Mitte).
<code>XY-20. G91 X-20.Y XY-10. X10.Y-10.</code>	Im linken Bereich der Zeichnung wurden Kettenmaße verwendet. Alle Maßangaben werden lediglich zur vorherigen hinzuaddiert.
<code>X20.Y30.G90</code>	Die Koordinate wird wieder absolut interpretiert.
<code>X80.Y70.M90M30</code>	Da die Skizze maschinenunabhängig programmiert wurde, ermöglicht der Komplettversatz die Anpassung an die Produktionsmaschine. Die Versatzkoordinaten werden in jedem Fall absolut interpretiert – auch wenn vorher kein G90-Befehl programmiert wird.

8.3 Fahr- und Arbeitsebene
8.3.1 H Abstand: Tisch zur Fahrebene
8.3.2 K Abstand: Plattenoberfläche zur Arbeitsebene
8.3.3 Z Abstand: Tisch zur Arbeitsebene

Xx.xxxYy.yyy Hh.hhh Fahrebene
Xx.xxxYy.yyy Kk.kkk Arbeitsebene bezogen auf die Plattenoberfläche
Xx.xxxYy.yyy Zz.zzz Arbeitsebene bezogen auf die Tischoberfläche
Xx.xxxYy.yyy Ab dieser Koordinate wirkt die neue Ebene

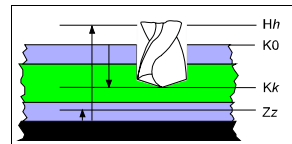
Der H-Wert kann nur positiv sein und muß sich 0.1 mm oberhalb der Z-Ebene befinden. Der H-Wert bezieht sich auf die Tischoberfläche.

H	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	9999.999	mm	999.9999	Zoll



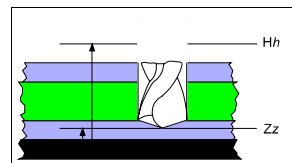
Der K-Wert kann nur positiv sein. Er bezieht sich auf die Plattenoberfläche.

K	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	9999.999	mm	999.9999	Zoll



Der Z-Wert ist im Normalfall positiv. Der Z-Wert bezieht sich auf die Tischoberfläche. Nur Maschinen mit Sonderausstattungen (Spezialtisch, erweitertes Meßsystem, längerer Z-Achsenhub) erlauben einen negativen Z-Wert.

Z	metrisches Format		zöllisches Format	
Minimum	0.000	mm	0.0000	Zoll
Maximum	9999.999	mm	999.9999	Zoll



Die Fahr- und Arbeitsebenen werden im Normalfall unabhängig vom Produktionsprogramm direkt an der CNC eingestellt. Siehe auch im Kapitel *COMM-Befehle* den Abschnitt *Z-Achsen-Steuerung*.

Fahrebene

Das Werkzeug und der Niederhalter befinden sich in soweit oberhalb des Werkstückes, daß gefahrlos die nächste Arbeitsposition angefahren werden kann. Die Fahrebene wird durch den H-Wert definiert. Sofern mit dem Befehl COMM-QUIK gearbeitet wird, begrenzt der H-Wert den Z-Achsenweg nach oben.

Arbeitsebene

Bis zur Arbeitsebene werden der Bohrer, bzw. der Fräser abgesenkt.
 G82-Befehl aktiv: Die Arbeitsebene bezieht sich auf die Tischoberfläche.
 G83-Befehl aktiv: Die Arbeitsebene bezieht sich auf die Plattenoberfläche.

Einstellungen innerhalb eines Produktionsprogramms bleiben auch nach Beendigung der Abarbeitung erhalten. Kontrollieren Sie daher die aktuellen Einstellungen vor ausführen des nachfolgenden Produktionsprogramms.

Optimal eingestellte Fahr- und Arbeitsebenen sind die Voraussetzung für eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit!

8.4 M20 Bedingter Stopp

Xx.xxxYy.yyy M20 Nach Abarbeitung dieser Koordinaten stoppt die Maschine, wenn die OPT STOP-Taste aktiv ist.

Nach Ausführung der mit dem M20-Befehl programmierten Programmzeile stoppt die Maschine, sofern die OPT STOP-Taste gedrückt ist (LED in der Taste leuchtet).
Bildschirmausgabe:

M20

Das Weiterarbeiten der Maschine erfolgt nach Drücken der START-Taste. Die Programmierung des M20-Befehls ist nur erlaubt

- ▶ in Bohrblöcken, bzw.
- ▶ in T0-Blöcken der Frässtrecken. *Anmerkung: Vor dem Stoppen der Maschine wird zunächst die XY-Position des Blocks angefahren.*

8.5 M21 Maschinenspezifische Hilfsfunktion

Xx.xxxYy.yyy M21 Während der Abarbeitung dieser Koordinaten wird die M21-Funktion ausgeführt.

Der M21-Befehl aktiviert für die Ausführungszeit der bearbeiteten Programmzeile den Ausgang M21. Der Ausgang M21 ist aktiv:

ab:

- dem Beginn der Abarbeitung der betreffenden Programmzeile

bis:

- zum Beginn der Abarbeitung der nachfolgenden Programmzeile oder
- bis zur Beendigung der Abarbeitung der Programmzeile, falls die Maschine gestoppt wurde (STOP-Taste gedrückt; LED in der Taste leuchtet)

Während des Fräsens kann der Ausgang M21 für die Bearbeitungszeit von zwei Programmzeilen aktiv sein (Ecke runden, Spitze brechen und Verbindungsbogen)

Die M21-Funktion ist abhängig vom Maschinentyp. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte den Unterlagen des Maschinenherstellers.

8.6 M22 bis M27 Maschinenfunktionen**8.7 M34 bis M41 Maschinenfunktionen**

Xx.xxxYy.yyy M22
bis
Xx.xxxYy.yyy M27
und
Xx.xxxYy.yyy M34
bis
Xx.xxxYy.yyy M41 Maschinenfunktion ausführen

Die Wirkung der Maschinenfunktionen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers. *Anmerkung: Diese Befehle können auch als COMM-Befehle eingegeben werden.*

Besondere Hinweise:

- ▶ Die Abarbeitung einer Maschinenfunktion erfolgt nach der Ausführung des Blocks, in dem die Funktion programmiert ist.
- ▶ Maschinenfunktionen werden parallel zum Fräsen ausgeführt.

Beispiel:

```
X..Y..T0T1  
X..Y..G1..  
X..Y..M22  
X..Y..  
X..Y..T0
```

Der Aufruf der Maschinenfunktion M22 erfolgt nach Beendigung der dritten Programmzeile. Die Ausführung der Funktion erfolgt parallel zur Abarbeitung des nächsten Fräsblocks.

8.8 M28 Fahren auf den Maschinennullpunkt
8.9 M29 Fahren auf die Parkposition

Xx.xxxYy.yyy M28 Nach Abarbeitung dieser Koordinaten fährt die Maschine auf den Maschinennullpunkt

Xx.xxxYy.yyy M29 Nach Abarbeitung dieser Koordinaten fährt die Maschine auf die Parkposition

- ▶ Nach Ausführung des M28-Befehls wird auf den Maschinennullpunkt gefahren.
- ▶ Nach Ausführung des M29-Befehls wird auf die Parkposition gefahren.

In Abhängigkeit vom Maschinentyp wird vorher das Werkzeug abgelegt. Bildschirmausgabe:

MASCHINE 0

Das Wiederstarten der Maschine erfolgt nach Drücken der START-Taste. Die Programmierung ist nur erlaubt

- ▶ in Bohrblöcken, bzw.
- ▶ in T0-Blöcken der Frässtrecken

8.10 M47 Bedienerhinweis anzeigen

M47, Klartext Bedienerhinweis anzeigen
Klartext beliebiger Text ohne ^|<|#

Der M47-Befehl bewirkt

- ▶ das Anhalten der Maschine während der Abarbeitung
- ▶ die Ausgabe des Bedienerhinweises auf den Bildschirm und
- ▶ die Anzeige der nächsten Programmzeile

Das Abgrenzungskomma (,) ist zwingend vorgeschrieben. Der Klartext sollte 20 Zeichen nicht überschreiten, da in der Statuszeile nicht mehr Zeichen angezeigt werden.

Generell sind als Eingabe alle Zeichen der Tastatur erlaubt bis auf die CNC-Steuertasten im Betriebszustand PROGRAMMIEREN.

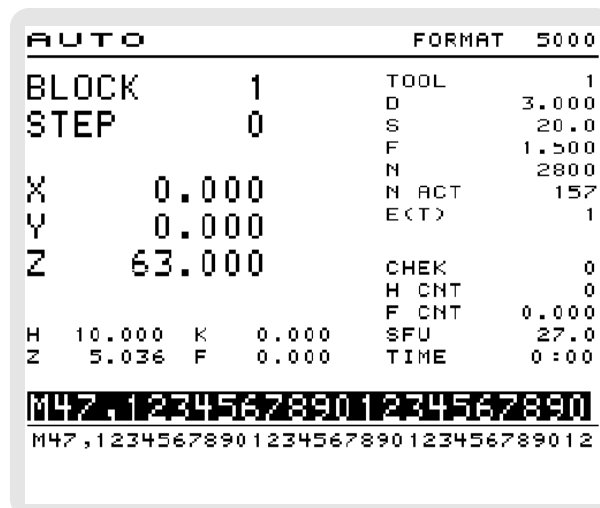
< Kleiner-Zeichen COMM-Befehl eingeben
 ^ Dach Steuertaste in der 2. Konsole
 # Doppelkreuz Sprung zu einer Programmzeile

Das Wiederstarten der Maschine erfolgt nach Drücken der START-Taste.

Beispiel

M47,12345678901234567890123456789012
34567890123456789012345678901234567

Während der Abarbeitung erfolgt die Bildschirmausgabe



8.11 M49 COMM-Befehl ausführen

M49, COMM-Befehl COMM-Befehl ausführen

COMM-Befehl Der COMM-Befehl muß ohne die COMM-Taste oder <-Taste eingegeben werden.

Im Format 5000 haben Sie die Möglichkeit, COMM-Befehle direkt im Produktionsprogramm zu programmieren. Diese COMM-Befehle werden während der Abarbeitung automatisch ausgeführt.

Die Programmierung des M49-Befehls erfolgt in einer separaten Programmzeile. Dabei darf die COMM-Taste natürlich **nicht** gedrückt werden. Zwischen dem M49 und dem COMM-Befehl **muß** ein Komma eingegeben werden. Siehe Beispiel.

COMM-Befehle bleiben auch nach Beendigung der Abarbeitung aktiv, sofern nicht am Ende des Produktionsprogramms alle verwendeten COMM-Befehle zurückgesetzt werden. Beachten Sie allerdings die Problematik nach einem Programmabbruch. Dann werden die Einstellungen nicht automatisch zurückgesetzt!

Hinweis: Die CNC 35.00 interpretiert die M49-Befehle als M47-Befehle. Das heißt: Die Maschine unterbricht die Abarbeitung und zeigt den Text M47 in der Statuszeile an. Am unteren Bildschirmrand werden die aktuelle und die nachfolgende Programmzeile angezeigt.

Wird die Abarbeitung nicht am Anfang eines Produktionsprogramms gestartet, kann das Ausführen der COMM-Befehle, die sich vor dem Startblock befinden, beeinflusst werden:

COMM-MCOM

Nach dem Start mit Block, Bohrung oder Werkzeug werden auch die COMM-Befehle ausgeführt, die sich vor der Startposition befinden.

COMM-NOMCOM

Nach dem Start mit Block, Bohrung oder Werkzeug werden die COMM-Befehle nicht ausgeführt, die sich vor der Startposition befinden.

Beispiel

```
M49,FV1 (VERSION 1)
M49,CHEK X100.Y10. DXDY10. (KONTROLLBOHRUNGEN EIN)
( PROGRAMMANFANG )
X3.56Y-1.02T1M31
:
M49,NOFV (DEFAULT-VERSION)
M49,NOCHEK (KONTROLLBOHRUNGEN AUS)
```

Liste der zugelassenen COMM-Befehle

Eine ausführliche Beschreibung der COMM-Befehle und Hinweise zur Programmierung finden Sie im Kapitel *COMM-Befehle*.

Befehl	Erklärung
BLKD NOBLKD	/-Blöcke ignorieren /-Blöcke abarbeiten
BROK NOBROK	Bohrerbruchüberwachung EIN Bohrerbruchüberwachung AUS
CANT NOCANT NOCANT1 ... NOCANT8	M97/M98 wie aktuelle Version abarbeiten M97/M98 lesrichtig abarbeiten M97/M98 wie definierte Version abarbeiten

Befehl	Erklärung
CHEKX..Y..DX..DY.. CHEKAX..Y..DX..DY.. CHEKABX..Y..DX..DY.. NOCHEK CHEK	Automatische Kontrollbohrung vor WZW (=CHEKBX..Y..DX..DY..) Automatische Kontrollbohrung nach WZW Automatische Kontrollbohrung vor und nach WZW Kontrollbohrungen-Funktion AUS Kontrollbohrungen-Funktion wieder EIN
COMP NOCOMP	WZ-Längenkompensation EIN WZ-Längenkompensation AUS
CW	AUTOMATIK-Uhr auf NULL stellen
DEPT DEPT1 NODEPT	WZ-Vermessung EIN WZ-Vermessung EIN; TOLC ignorieren WZ-Vermessung AUS
FAX..Y..M.. NOFA FAIX..Y..	Programmnullpunkt in AUTOMATIK; M..=Versatzbedingung Versatz löschen Inkrement für die FA-Werte
FLG1 ... FLG8 NOFLG1 ... NOFLG8	User-Flag 1 = EIN ... User-Flag 8 = EIN (maschinenabhängig) User-Flag 1 = AUS ... User-Flag 8 = AUS (maschinenabhängig)
FV1 ... FV8 NOFV	Maschinenversion = 1 ... Maschinenversion = 8 Maschinenversion = default
GCIR NOGCIR	G45/G46 zweimal fräsen G45/G46 einmal fräsen
LENK NOLENK	WZ-Längenvermessung EIN WZ-Längenvermessung AUS
LODI20. NOLODI	XY-Distanz für neue Oberflächenbestimmung (Kontaktbohren) keine Oberflächenbestimmung
M22 ... M27	Sonderfunktionen (maschinenabhängig)
NIB0.013 NIBO NONIBO NIBM0 NIBM1	G84/G85 Randrauhigkeit = 0.013 µm (nur bei NONIBO) G84/G85 altes Nibbelverfahren (sequentiell=123456789) G84/G85 neues Nibbelverfahren (alternierend=165728493) G84/G85 Werkzeugdurchmesser wird positiv interpretiert (Standard) G84/G85 Werkzeugdurchmesser wird negativ interpretiert (für OD)
NMAT2 NPEK3	Faktor für die Werkzeugstandzeitähler (jeder Bohrhub) Faktor für die Werkzeugstandzeitähler (jeder Ausspänbohrhub)
OPID,Text	Variabler Text für Klartexbohren (M97,* und M98,*)
PAX..Y..X..Y.. NOPA	Arbeitsbereich verkleinern Arbeitsbereich = default
PF100	Fräsgeschwindigkeit prozentual ändern (von 1 % bis 200 %)
QUIK1. QIKM NOQIKM	Distanz: Plattenoberfläche (K0) zur Fahrebene QUIK-Distanz: Plattenoberfläche zur Bohrspitze QUIK-Distanz: Plattenoberfläche zur Niederhalterunterkante
RAX..Y..	Rotationsverhältnis x/y (Drehpunkt=Programmnullpunkt)
RC.05 NORC	Offset für Fräserradiuskompensation Offset für Fräserradiuskompensation löschen
SAX..Y.. SAZX..Y.. SNX..Y..	Skalierfaktoren (+=vergrößern; -=verkleinern); inkl. Nutzennullpunkte Skalierungsursprung Skalierfaktoren (+=vergrößern; -=verkleinern); exkl. Nutzennullpunkte
SZSP,n,-n,...	Spindelanwahl/-abwahl (n=Spindelnummer)
SUTO.8 NOSUTO	G83: Oberflächentoleranz für Kontaktbohrungen (zu lang / zu kurz) keine Oberflächentoleranz für Kontaktbohrungen
SZX..Y..X..Y..H.. SZPX..X.. SZPY..Y..	Sicheren Bereich definieren; H-Wert=außerhalb erweiterter "Sicherer Bereich" (Streifen in Y-Richtung) erweiterter "Sicherer Bereich" (Streifen in X-Richtung)
SZBZ2. NOSZBZ	Offset für Plattengröße (automatische Plattenvermessung) kein Offset für Plattengröße
TCAL TLCC200	WZ-Länge neu vermessen WZ-Länge neu vermessen nach 200 Hüben
TDIF.2	Toleranz der Werkzeuglängenabweichung: Aufnahme-Ablage
TL	Stopp nach der Werkzeugablage
TOLC.8	Toleranz für WZ-Vermessung (zu kurz / zu lang)
ZEXT NOZEXT	Minus-Z-Werte sind erlaubt Kleinster Z-Wert ist Z0.000
TOTO.8	G82: Werkzeugüberwachung für Kontaktbohrungen (zu kurz)

8.12 M92 Abschnitt skalieren AUS

8.13 M93 Abschnitt skalieren EIN

Xx.xxxYy.yyyM92	Skalierfunktion AUS
Xx.xxxYy.yyyM93	Skalierfunktion EIN. Die Koordinaten werden bereits skaliert abgearbeitet.

Im SIEB & MEYER-Format 5000 können beliebige Programmabschnitte skaliert werden. Im Produktionsprogramm erfolgt das Ein- und Ausschalten der Skalierfunktion mit den Befehlen

M93 Skalieren einschalten
M92 Skalieren ausschalten

Besondere Hinweise:

- ▶ Mit dem Befehl COMM-NOSMDS muß die Abschnittsskalierung aktiviert werden. Andernfalls werden die Befehle M92 und M93 ignoriert.
- ▶ Die Skalierparameter werden mit dem Befehl COMM-SA definiert.
- ▶ Das Skalierzentrum wird mit dem Befehl COMM-SAZ definiert.

Beispiel

Vom Bediener wurde der Befehl COMM-NOSMDS eingegeben.

```

...
M49,SAx3.Y100.
M49,SAZx200.Y400.
X12.345Y34.567M93
...
x45.678Y43.210M92
...

```

Alle Blöcke vor diesem Abschnitt werden nicht skaliert.

Die Skalierwerte und das Skalierzentrum können per COMM-Befehl jederzeit verändert werden.

Der mit den Befehlen M93-M92 geklammerte Programmabschnitt wird mit den zuvor definierten SA-Werten skaliert abgearbeitet.

Alle weiteren Blöcke werden nicht skaliert.

8.14 T Werkzeugwechsel

Xx.xxxYy.yyy Tt Werkzeugwechsel programmieren. Die Koordinaten werden bereits mit dem neuen Werkzeug abgearbeitet.

Die Anzahl der maximal möglichen Werkzeugnummern ist abhängig von der Maschinenausstattung und der eingestellten Magazinorganisation. Siehe auch das Kapitel *Werkzeugtabellen* und im Kapitel *COMM-Befehle* die Befehle COMM-NMAG und COMM-OD.

T	Werkzeugnummer
Minimum	0
Maximum	99

Ein Werkzeugwechsel wird mit dem T-Befehl ausgelöst. Die Koordinaten der Programmzeile werden schon mit dem neuen Werkzeug abgearbeitet.

Die Werkzeugnummer bezeichnet ein logisches Werkzeug der Werkzeugtabelle TOOLS. Die physikalische Zuordnung erfolgt über die Magazinzuweisung der Werkzeugtabelle MAGAZINE.

x10.y10.t1 Die Koordinate X10.Y10. wird schon mit einem Werkzeug der Werkzeugnummer T1 abgearbeitet wird.

In der ersten Programmzeile eines Programms muß mit dem T-Befehl eine Werkzeugnummer definiert werden.

Mit der Ausführung des T-Befehls veranlaßt die CNC einen Werkzeugwechsel, sofern sich nicht schon ein Werkzeug der angewählten Werkzeugnummer in der Spindel befindet.

Die Parameter für dieses Werkzeug entnimmt die CNC der Werkzeugtabelle TOOLS. Nähere Informationen zu den Werkzeugparametern finden Sie im Kapitel *Werkzeugtabellen*.

Am Beginn einer Frässtrecke muß ein T0-Befehl programmiert sein, sonst meldet die Steuerung während der Abarbeitung "T0 FUER FRAESBED. FEHLT".

Befehl T0

Der T0-Befehl unterbindet solange ein Absenken der Z-Achse

- ▶ bis eine Werkzeugnummer programmiert wird, die größer Null ist,
- ▶ bis ein Fräsbefehl programmiert ist (G2, G3, G6, G45 bis G50).

Der T0-Befehl wird programmiert, um

- ▶ einen Bohrhub zu unterdrücken,
- ▶ den Fräser auf den Anfangspunkt einer Frässtrecke zu positionieren oder
- ▶ den Fräser am Ende einer Frässtrecke herauszuziehen



Wird mit dem T0-Befehl der Fräsbeginn gekennzeichnet, muß in der folgenden Programmzeile ein Fräsbefehl (G..) programmiert sein.

Befehle T1 bis T99

Innerhalb eines Programms können beliebige Werkzeugwechsel erfolgen. Ist die Standzeitvorgabe der Werkzeugtabelle TOOLS erreicht, wird automatisch

- ▶ die Meldung LIMIT auf dem Bildschirm ausgegeben,
- ▶ das Werkzeug abgelegt und
- ▶ die Maschine auf die Parkposition bzw. auf den Maschinennullpunkt gefahren

Nach Austausch der Werkzeuge und Drücken der START-Taste arbeitet die CNC weiter.

Beispiel

```
X0.Y0.V2 T1 M31
X100.Y0.W11
X0.Y0.V2
X0.Y100.W11 M30
X25.Y50.T0 T2
X25.Y50.G45R20. F5
X55.Y50.T0
X95.Y50.G2R15.
X95.Y50.T0
```

X0.Y0.T1	Die CNC holt ein Werkzeug der Werkzeugnummer T1. Das Magazin ermittelt die CNC aus der Werkzeugtabelle MAGAZINE.
X25.Y50.T0T2	Die CNC holt ein Werkzeug der Werkzeugnummer T2 und positioniert die Maschine auf die erste Koordinate der Frässtrecke mit hochgezogener Z-Achse.
X25.Y50.G45	Fräsbefehl: Kreis. Am Ende der Fräsung erfolgt das Hochfahren der Z-Achse automatisch.
X55.Y50.T0	Positionierung der Maschine auf die erste Koordinate der Frässtrecke mit hochgezogener Z-Achse.
X95.Y50.G2R15.	Kreisbogen fräsen.
X95.Y50.T0	Z-Achse hochfahren.

8.15 X,Y Koordinaten

$X\pm x.xxxY\pm y.yyy$ XY-Koordinaten eingeben

XY-Koordinaten können positiv und negativ sein

X Y	metrisches Format		zöllisches Format	
	Minimum	-9999.999	mm	-999.9999
Maximum	9999.999	mm	999.9999	Zoll

Mit den XY-Koordinaten werden programmiert:

- ▶ Bohrkoordinaten
- ▶ Fräskoordinaten (in Verbindung mit einer Fräsfunktion G1..G50)
- ▶ Versatzkoordinaten (in Verbindung mit einem Versatzbefehl M50..M90).

Die Koordinatenangaben können absolut (G90) oder inkremental (G91) programmiert werden.

Die Auflösung erfolgt in Mikrometern (μm). Der Punkt innerhalb der Koordinatenangabe beschreibt die Millimeterstelle.

Die Werte der XY-Koordinaten unter Berücksichtigung sämtlicher Versätze (ob programmiert oder durch COMM-Befehl) dürfen die Tischabmessungen nicht überschreiten, sonst meldet die CNC während der Abarbeitung einen Fehler.

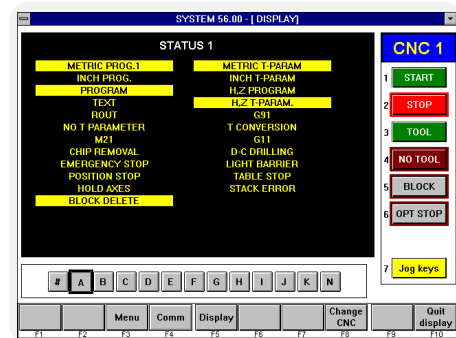
Liegen die Koordinaten im Tischschalterbereich, meldet die CNC während der Abarbeitung einen Fehler.

8.16 / Programmzeile ignorieren

/Xx.xxxYy.yyy Programmzeile ignorieren

Xx.xxxYy.yyy Koordinaten werden nicht abgearbeitet

Während der Abarbeitung eines Produktionsprogramms werden alle Programmzeilen ignoriert, an deren Anfang ein Schrägstrich (/) steht. Verwechseln Sie den Schrägstrich nicht mit der Klammer auf "(" (=Kommentar). In der Statusseite STATUS 1 wird der Zustand der BLKD-Funktion angezeigt:



BLOCK DELETE (invers)

COMM-BLKD: Markierte Programmzeilen werden ignoriert (siehe Abbildung).

BLOCK DELETE (normal)

COMM-NOBLKD: Markierte Programmzeilen werden abgearbeitet.

In einem Produktionsprogramm befinden sich folgende Programmzeilen:

```
X12.34Y23.45T1
X23.45Y34.56
/X34.56Y45.67
/X45.67Y56.78
```



Die mit einem Schrägstrich markierten Programmzeilen werden nicht abgearbeitet.



Die mit einem Schrägstrich markierten Programmzeilen werden abgearbeitet.

8.17 () Kommentar

(<i>Klartext</i>)	Kommentareingabe
Xx.xxxYy.yyy (<i>Klartext</i>)	Kommentareingabe
<i>Klartext</i>	beliebiger Text ohne ^ < #

Kommentare werden in runde Klammern eingegeben. Ein Kommentar wirkt sich nicht auf die Abarbeitung des Produktionsprogramms aus. Er dient lediglich zur besseren Übersicht innerhalb eines Programms.

Ein Kommentar kann alleine oder am Ende einer Programmzeile stehen!

Generell sind als Eingabe alle Zeichen der Tastatur erlaubt bis auf die Steuertasten im Betriebszustand PROGRAMMIEREN:

- < Kleiner-Zeichen (COMM-Befehl eingeben),
- ^ Steuertaste in der 2. Konsole
- # Doppelkreuz (Blocknummer eingeben).

Beispiel

```
( PROGRAMM: BEISPIEL )
( ERSTELLT: FEBR. 1996 )
( )
( KOORDINATENSYSTEM )
X0.Y0.V2 M31 (KLAMMER AUF)
X100.Y0.W11
X0.Y0.V2
X0.Y100.W11 M30 (KLAMMER ZU)
( NUTZENANFANG )
X123.Y321. M31 (KLAMMER AUF)
:
X45.Y 67. M30 (KLAMMER ZU)
( PROGRAMMENDE )
```

9 Anhang: Befehlsliste (alphabetisch)

In dieser Liste sind alle SIEB & MEYER-Befehle in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet.

() Kommentar	85
/ Programmzeile ignorieren	84
@ Definition eines Unterprogramms	67
D Ecke runden	39
F Fräsengeschwindigkeit	41
G1 Gerade fräsen	29
G11 Fertigfräsfunktion	43
G2 Kreisbogen fräsen	30
G3 Kreisbogen fräsen	30
G40 Fräserradiuskompensation AUS	44
G41 Fräserradiuskompensation EIN	44
G42 Fräserradiuskompensation EIN	44
G45 Loch fräsen (Kreis)	33
G46 Loch fräsen (Kreis)	33
G47 Scheibe fräsen (Kreis)	35
G48 Scheibe fräsen (Kreis)	35
G49 Loch fräsen (Rechteck/Quadrat)	37
G50 Loch fräsen (Rechteck/Quadrat)	37
G6 Fräsen in der Z-Ebene	42
G80 Ausspänfunktion AUS	20
G81 Ausspänfunktion EIN	20
G82 Tiefenbohren/-fräsen ausschalten	47
G83 Tiefenbohren/-fräsen einschalten	47
G84 Loch nibbeln (knabbern)	8
G85 Schlitz nibbeln (knabbern)	9
G90 Absolute Koordinate	70
G91 Inkrementale Koordinate	70
H Abstand: Tisch zur Fahrebene	72
K Abstand: Plattenoberfläche zur Arbeitsebene	72
M20 Bedingter Stopp	73
M21 Maschinenspezifische Hilfsfunktion	74
M28 Fahren auf den Maschinennullpunkt	76
M29 Fahren auf die Parkposition	76
M30 Klammer ZU	54
M31 Klammer AUF	54
M47 Bedienerhinweis anzeigen	77
M49 COMM-Befehl ausführen	78
M50 Einfacher Versatz	55
M50V2 Nutzenreihe/Nutzenfeld	63
M60 Drehung um 90°	56
M60M70 Spiegelung um Y-Achse, 90°-Drehung	57
M60M80 Spiegelung um X-Achse, 90°-Drehung	58
M60M90 Versatz mit 90°-Drehung	59
M70 Versatz und Spiegelung um Y-Achse	60
M80 Versatz und Spiegelung um X-Achse	61
M90 Versatz mit 180°-Drehung	62
M92 Abschnitt skalieren AUS	80
M93 Abschnitt skalieren EIN	80
M97 Klartext bohren	10
M98 Klartext bohren	10
M99 Aufruf eines Unterprogramms	67
T Werkzeugwechsel	81



V1 Doppel-Lochreihe bohren (dual-in-line)	12
V2 Lochreihe bohren	14
V3 Vierfach-Lochreihe bohren	15
V4 Kreisförmige Lochreihe bohren	18
X,Y Koordinaten	83
Z Abstand: Tisch zur Arbeitsebene	72

10 Anhang: Änderungsdienst

In diesem Anhang werden Änderungen beschrieben, die gegenüber der Erstausgabe vorgenommen wurden. Die Erstausgabe trägt die Bezeichnung "Befehlsbeschreibung – SIEB & MEYER Format 5000" vom 15. November 1996 mit der Schlüsselnummer "056-win-bef-sm-de-15-14-k12/v01-dn/dj/fk".

SIEB & MEYER
Befehlsbeschreibung
Format 5000
(deutsch)
044-CNC-BED-SMBEFEHLE/R2-SM-DE-DN/DJ/FK
4. August 1998

Im gesamten Kapitel wurden kleine Änderungen vorgenommen. Besonders hervorzuheben sind:

Seite 10
Die Funktion "Klartext bohren" wurde erweitert.

Seite 80
Die Funktion "Abschnitt skalieren" wurde implementiert.

SIEB & MEYER
Befehlsbeschreibung
Format 5000
(deutsch)
044-CNC-BED-SMBEFEHLE/R3-SM-DE-DN/DJ/FK
11. August 1998

Seite 78
Die Liste der ausführbaren COMM-Befehle wurde um die Befehle TL und OPID ergänzt.

Seite 80
Die Bedeutung der Befehle COMM-SMDS und COMM-NOSMDS wurde korrigiert.

SIEB & MEYER
Befehle
044-CNC-BED-SMBEFEHLE/R4-SM-DE-DN/DJ/FK
16. September 1998

Abschnitt *Anhang: Versatz programmieren* befindet sich jetzt im Kapitel *Praktische Hinweise*.

Abschnitt *Anhang: SIEB & MEYER Dateiformat* befindet sich jetzt im Kapitel *Anhang: SIEB & MEYER Dateiformat*.

Die ISO-EIA-Tabelle befindet sich jetzt im Kapitel *Anhang: ISO-EIA-Tabelle*.