

CNC 8x.00

SIEB & MEYER - Befehlssatz

Beschreibung aller SIEB & MEYER-Befehle ab Softwareversion
12.01.001 (SLM)



Copyright

Originalbetriebsanleitung, Copyright © 2021 SIEB & MEYER AG

Alle Rechte vorbehalten.

Diese Anleitung darf nur mit einer ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung der SIEB & MEYER AG kopiert werden. Das gilt auch für Auszüge.

Marken

Alle in dieser Anleitung aufgeführten Produkt-, Schrift- und Firmennamen und Logos sind gegebenenfalls Marken oder eingetragene Marken der jeweiligen Firmen.

SIEB & MEYER weltweit

Bei Fragen zu unseren Produkten oder technischen Rückfragen wenden Sie sich bitte an uns.

SIEB & MEYER AG
Auf dem Schmaarkamp 21
21339 Lüneburg
Deutschland

Tel.: +49 4131 203 0
Fax: +49 4131 203 2000
support@sieb-meyer.de
<http://www.sieb-meyer.de>

SIEB & MEYER Shenzhen Trading Co. Ltd.
Room A208 2/F,
Internet Innovation and Creation services base Building (2),
No.126, Wanxia road, Shekou, Nanshan district,
Shenzhen City, 518067
P.R. China

Tel.: +86 755 2681 1417 / +86 755 2681 2487
Fax: +86 755 2681 2967
sm_china_support1@163.com
<http://www.sieb-meyer.cn>

SIEB & MEYER Asia Co. Ltd.
4 Fl, No. 532, Sec. 1
Min-Sheng N. Road
Kwei-Shan Hsiang
333 Tao-Yuan Hsien
Taiwan

Tel.: +886 3 311 5560
Fax: +886 3 322 1224
smasia@ms42.hinet.net
<http://www.sieb-meyer.com>

1	Allgemeines.....	6
2	Bohren.....	8
2.3	Nibbeln.....	9
	G84: Kreis nibbeln.....	9
	G85: Schlitz nibbeln.....	10
2.4	Klartext bohren.....	12
	M97: Klartext parallel zur X-Achse bohren.....	12
	M98: Klartext parallel zur Y-Achse bohren.....	16
2.5	Bohrmuster.....	20
	V1: Zweifache Lochreihe bohren (dual-in-line).....	20
	V2: Einfache Lochreihe bohren.....	22
	V3: Vierfache Lochreihe bohren.....	23
	V4: Kreisförmige Lochreihe bohren.....	26
2.6	SIEB & MEYER-Befehle zum Ausspänen.....	27
	G80: Ausspänfunktion ausschalten.....	28
	G81: Ausspänfunktion einschalten.....	28
2.7	Pulsbohren.....	32
	G88: Pulsbohren ausschalten.....	32
	G89: Pulsbohren einschalten.....	33
2.8	Kontrollbohrungen.....	35
	M56: Kontrollbereich in X-Richtung definieren.....	35
	M57: Kontrollbereich in Y-Richtung definieren.....	36
3	Fräsen.....	38
3.1	Fräsmuster.....	39
	G1: Gerade fräsen.....	40
	G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen.....	41
	G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen.....	43
	G45: Vollkreis gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen.....	46
	G46: Vollkreis im Uhrzeigersinn ausfräsen.....	48
	G47: Runde Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen.....	50
	G48: Runde Scheibe im Uhrzeigersinn ausfräsen.....	52
	G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen.....	53
	G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen.....	55
3.2	Fräserradiuskompensation.....	57
	G40: Fräserradiuskompensation ausschalten.....	57
	G41: Fräserradiuskompensation links einschalten.....	57
	G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten.....	59
3.3	Fräsbedingungen.....	61
	D: Ecke runden.....	61
	F: Fräsgeschwindigkeit.....	63
	G6: Z-Achse beim Fräsen linear absenken.....	64
	G11: Streckenabhängige Fertigfräsfunktion.....	66
	G43: Fläche des Fertigmusters vollständig zerspanen.....	67
3.4	Zwei Fräskonturen programmieren.....	68
3.5	Zusammenhängende Fräskonturen.....	69
4	Skalieren.....	70
	M92: Abschnitt skalieren AUS.....	70
	M93: Abschnitt skalieren EIN.....	71
5	Muster wiederholen, versetzen, spiegeln, drehen.....	72
5.1	Werkzeugwechsel.....	73
5.2	Programmabschnitt.....	74
	M31: Klammer AUF.....	74
	M30: Klammer ZU.....	75
5.3	Step-and-Repeat.....	76
5.4	Nullpunktberechnung.....	77



5.5	Zusätzliche Versatzmöglichkeiten.....	78
	M50: Einfacher Versatz.....	78
	M50V2: Musterwiederholung.....	79
	M60: Versatz mit Drehung.....	83
	M60M70: Versatz mit Spiegelung und Drehung.....	85
	M60M80: Versatz mit Spiegelung und Drehung.....	87
	M60M90: Versatz mit Drehung.....	89
	M70: Versatz mit Spiegelung um die Y-Achse.....	91
	M80: Versatz mit Spiegelung um die X-Achse.....	92
	M90: Versatz mit Drehung um 180°.....	94
6	Unterprogramme.....	96
	M99: Unterprogramm aufrufen.....	97
	@: Unterprogramm definieren.....	98
7	Werkzeugbruch.....	102
	M94: Werkzeugbruchüberwachung ausschalten.....	102
	M95: Werkzeugbruchüberwachung einschalten.....	102
8	Verschiedene Befehle.....	103
8.1	Bezugspunkte für Koordinaten.....	103
	G90: Absolute Arbeitskoordinaten.....	103
	G91: Inkrementale Arbeitskoordinate.....	104
8.2	Bohrhub einstellen.....	106
	H: Absolute Fahrebene.....	106
	K: Relative Arbeitsebene.....	107
	Z: Absolute Arbeitsebene.....	108
8.3	Maschinenfunktionen.....	109
	Mxx: Maschinenfunktion ausführen.....	109
	M20: Bedingter Stopp.....	111
	M21: Ausgang M21 einschalten.....	111
	M28: Fahren auf den Maschinennullpunkt.....	112
	M29: Fahren auf die Parkposition.....	112
8.4	Programmablauf beeinflussen.....	113
	M47: Bedienerhinweis anzeigen.....	113
	M49: CNC-Befehl ausführen.....	114
	M58: Verbotene Bereiche.....	115
8.5	Sonstige Befehle.....	116
	I: Interpolationsparameter I für Fräsbefehle.....	116
	I: Absenkwert einer Ausspänbohrung.....	118
	J: Interpolationsparameter J für Fräsbefehle.....	118
	J: Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung.....	120
	M76: Zeichenkette übertragen.....	121
	P: Vorschub beim Ausspänen herabsetzen.....	121
	R: Parameter für Fräsbefehle.....	122
	T: Werkzeugwechsel.....	123
	W: Anzahl der Ausführungen.....	124
	W: Höhe der Teilhübe einer Ausspänbohrung verringern.....	124
	X: X-Koordinate.....	126
	Y: Y-Koordinate.....	127
	(: Kommentar.....	127
	/: Programmzeile kennzeichnen.....	128
9	Optische Vermessung.....	129
	G30: Korrekturfunktion ausschalten.....	129
	G31: Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten.....	130
	G32: Messung durchführen.....	131
	G33: Messung durchführen/beenden.....	133
	G34: Korrekturfunktion ausschalten und Korrekturwerte löschen.....	134
	G35: Byte zum Kamerarechner senden.....	134
	G36: Versatz für Einzelpunktkorrektur messen.....	134

	G39: Korrekturwerte verwalten.....	137
	M75: Zeichenkette zum Kamerarechner senden.....	138
10	Oberflächenermittlung.....	139
10.1	SLM.....	139
	G70: SLM ausschalten.....	139
	G71: SLM einschalten und relative Arbeitsebene definieren.....	141
	G72: Oberflächenspeicher löschen.....	142
	G73: Bezugsoberfläche ermitteln/speichern.....	143
	G74: Mittelwert berechnen und speichern.....	145
	G75: Messtaster hochziehen.....	148
	L: Platz im Oberflächenspeicher.....	149
10.2	Ermittlung der Oberflächenstruktur im Raster.....	151
	G78: Referenzwert ermitteln und Raster-Messwerte löschen.....	151
	G79: Messvorgang durchführen und Messabweichung speichern.....	152
11	Tiefensteuerung.....	154
	G82: Tiefensteuerung ausschalten.....	155
	G83: Tiefensteuerung einschalten.....	156
12	Anhang.....	159
A	Dateiformat.....	159
A.1	SIEB & MEYER-Steuerungen.....	159
A.2	ISO-Zeichenvorrat.....	159
A.3	Aufbau einer Programmzeile.....	159
A.4	Zeilenende.....	160
A.5	Format 1000.....	160
A.5.1	Definitionen für das Format 1000.....	160
	Kommentar.....	160
	Programmanfang.....	161
	Programmzeile.....	161
	Werkzeug-Parameter.....	161
A.5.2	Beispiel für das Format 1000.....	162
A.6	Format 3000.....	163
A.6.1	Definitionen für das Format 3000.....	163
	Kommentar.....	163
	Programmanfang.....	163
	Programmzeile.....	163
	Werkzeug-Parameter.....	164
A.6.2	Beispiel für das Format 3000.....	165
A.7	Format 5000.....	166
A.7.1	Definitionen für das Format 5000.....	166
	Kommentar.....	166
	Programmanfang.....	166
	Programmzeile.....	166
	Werkzeug-Parameter.....	167
A.7.2	Beispiel für das Format 5000.....	168
B	SIEB & MEYER-Formate.....	170
C	Glossar.....	174
13	Index.....	177

1 Allgemeines

In dieser Anleitung werden alle Befehle beschrieben, die in einem SIEB & MEYER-Teilprogramm (Format 5000) enthalten sein dürfen.

Hinweis

Weiterführende Dokumentation finden Sie im Downloadbereich der SIEB & MEYER-Internetseite unter <http://www.sieb-meyer.de/downloads.html>.

Aufbau der Anleitung

Die Anleitung ist in themenbezogene Abschnitte unterteilt. Jeder Abschnitt enthält am Anfang ein oder mehrere Kapitel mit hilfreichen Hinweisen zum entsprechenden Thema. Die Reihenfolge der Befehle innerhalb eines Abschnitts ist alphabetisch und entspricht nicht der zu programmierenden Reihenfolge innerhalb eines Teilprogramms.

Das [Kapitel B „SIEB & MEYER-Formate“, Seite 170](#) enthält eine Gegenüberstellung aller SIEB & MEYER-Formate.

Das [Kapitel A „Dateiformat“, Seite 159](#) enthält Informationen über den Dateiaufbau eines gespeicherten Teilprogramms.

Aufbau einer Befehlsbeschreibung

Jede Befehlsbeschreibung enthält folgende Elemente:

- ▶ Formattabelle: Der Formattabelle können Sie entnehmen, ob der Befehl in einem Format enthalten ist oder nicht.
 - Minuszeichen (–): Der Befehl ist in dem Format nicht enthalten.
 - Gefüllter Kreis (●): Der Befehl ist in dem Format enthalten.
 - Auflösung/Einheit (z. B. X1 = 0.001 mm): Der Befehl ist in dem Format enthalten. Gleichzeitig werden Sie darüber informiert, in welcher Auflösung und Maßeinheit der entsprechende Befehl in dem jeweiligen Format programmiert werden muss.
- ▶ Befehlsschreibweise: Die nächsten Tabellen enthalten die möglichen Schreibweisen und Befehlsparameter (s. auch den unten stehenden Absatz "Befehlsschreibweise").
- ▶ Beschreibung: Im beschreibenden Text wird die Wirkungsweise eines Befehls erklärt. Zusätzlich wird auf eine eventuell erforderliche Maschinenausstattung oder CNC-Einstellung hingewiesen. Ein Programmbeispiel vervollständigt in den meisten Fällen diesen Abschnitt.
- ▶ Verwandte Themen: Dieser Abschnitt enthält eine Liste mit Befehlen oder Kapiteln dieser Anleitung, die zum aktuellen Thema passen.

Befehlsvorrat

Die Befehle, die in einem SIEB & MEYER-Teilprogramm enthalten sein dürfen, werden als SIEB & MEYER-Befehle bezeichnet. Wird in dieser Anleitung lediglich der Begriff "Befehl" verwendet, handelt es sich um einen SIEB & MEYER-Befehl. Andere Befehle werden entsprechend benannt (z. B. CNC-Befehl, Sequenzbefehl, Excellon-Befehl usw.).

Befehlsschreibweise

Zu jedem Befehl gibt es eine Vorschrift, wie der Befehl zu programmieren ist.

- ▶ Großbuchstaben sind Bestandteil des SIEB & MEYER-Befehlssatzes.

- ▶ *Kursive* Kleinbuchstaben stellen Platzhalter dar und müssen durch Ziffern oder Text ersetzt werden (XxYy steht für beliebige XY-Koordinaten: z. B. X123.456Y234.567, M97, *text* steht für eine beliebige Zeichenfolge).

Wirkungsweise

SIEB & MEYER-Befehle wirken ab der Programmzeile, in der sie programmiert sind.

- ▶ Auch wenn ein Befehl hinter den XY-Koordinaten programmiert wird, wirkt sich die entsprechende Funktion bereits auf die Koordinaten aus.
Beispiel: X..Y..T2 bedeutet, dass zunächst der Werkzeugwechsel auf T2 erfolgt und erst danach die XY-Position gebohrt wird.
- ▶ Die meisten Befehle sind solange gültig, bis sie durch einen anderen ersetzt oder deaktiviert werden.
Beispiel: X..Y..G1 bedeutet, dass die G1-Funktion "Gerade fräsen" solange eingeschaltet bleibt, bis ein anderer Fräsbefehl oder ein T0-Block programmiert ist.
- ▶ Enthält eine Programmzeile widersprüchliche Befehle, berücksichtigt die CNC den letzten Befehl der Programmzeile.

Formateinstellung

Längenbezogene Werte sind formatabhängig.

- ▶ Um einen längenbezogenen Wert (z. B. XY-Koordinate) korrekt zu interpretieren, muss die Einheit und Auflösung des Werts eindeutig definiert sein. Dies erfolgt mit der Formateinstellung (z. B. CNC-Befehl FP).

Hinweis

Sofern nicht ausdrücklich vermerkt, gelten innerhalb dieser Anleitung für alle formatabhängigen Werte die Vorschriften für das Format 5000.

Hinweise zur Interpretation anderer Zahlenformate finden Sie in der Anleitung „CNC 8x.00 – CNC-Befehle“ im Abschnitt „Formateinstellungen“.

Koordinatenwerte

Die Koordinatenangaben können zwei Bedeutungen haben.

- ▶ Die Koordinate enthält einen Arbeitsauftrag (z. B. "Hier bohren!" oder "Ab hier/bis hier fräsen!" usw.).
- ▶ Die Koordinate enthält einen Additionswert. Befindet sich in einer Programmzeile ein Versatzbefehl (M50..M90), dient die Koordinate als Additionswert für alle Koordinaten des vorherigen Programmabschnitts.

```
X12.345Y23.456
```

Arbeitskoordinate (bohren, fräsen, messen, verstiften usw.)

```
X150.Y100.M50
```

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

Koordinatenwerte ohne zusätzliche Parameter werden normalerweise als Bohrpositionen interpretiert.

- ▶ Ausnahme: Die Koordinatenwerte befinden sich innerhalb einer Fräskontur (T0-Klammer und eingeschaltete G-Funktion).
- ▶ Die Koordinatenwerte können absolut (G90) oder inkremental (G91) programmiert sein.
- ▶ Ein erforderlicher Werkzeugwechsel wird am Ende der Programmzeile eingefügt.
- ▶ Die Koordinaten der Programmzeile werden schon mit dem neuen Werkzeug gebohrt.

```
X10.Y10.
```

Bohrung an der Koordinate X10.Y10.

```
X10.Y10.T2
```

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

Tiefensteuerung

Zum Bohren von Sacklöchern kann innerhalb des Teileprogramms die Arbeitsebene verändert werden. Abhängig von der Maschinenausstattung kann sich die Arbeitsebene auf die Tischoberfläche oder auf die Plattenoberfläche beziehen.

Ausspänen

Mit der Ausspänfunktion wird eine Bohrung in mehrere Teilhübe unterteilt. Die Arbeitsweise der Funktion hängt ab von der Konfiguration der Steuerung (Abhängig vom Werkzeug oder programmiert im Teileprogramm).

Schnittparameter

Die notwendigen Schnittparameter für Werkzeuge (Eintauchgeschwindigkeit, Rückzuggeschwindigkeit, Drehzahl, max. Standzeit) entnehmen Sie den Unterlagen des Werkzeugherstellers. Die Werte werden in der Werkzeugetabelle eingetragen.

Standzeitüberwachung

Die zulässige Standzeit der Werkzeuge definieren Sie in der Werkzeugetabelle.

- ▶ Nach Erreichen der zulässigen Standzeit erfolgt automatisch ein Werkzeugwechsel.
- ▶ Die aktuelle Standzeit eines Werkzeugs kann ebenfalls in der Werkzeugetabelle angepasst werden.
- ▶ Für unterschiedliche Materialien und für das Ausspänen können außerdem Faktoren für die Standzeitählung definiert werden.

Werkzeugvermessung

Abhängig von der Maschinenausstattung und Konfiguration erfolgt nach der Werkzeugaufnahme die Vermessung des Werkzeugs.

- ▶ Die Längenvermessung (absolut und relativ) erfolgt in einem Messvorgang.
 - Absolute Länge = Abweichung der tatsächlichen Werkzeuglänge von einem ideal eingespannten Werkzeug
 - Relative Länge = Distanz von der Niederhalterunterkante zur Werkzeugspitze
- ▶ In einem weiteren Messvorgang können dann Durchmesser und Rundlaufabweichung ermittelt werden:
 - Durchmesser: Der gemessene Durchmesser dient zur Überwachung, ob das korrekte Werkzeug aufgenommen wurde.

- Rundlaufabweichung: Schwingt ein Werkzeug zu stark, kann dies auf eine verschmutzte Spindelzange hindeuten.

2.3 Nibbeln

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen das Nibbeln im Teileprogramm programmiert wird.

G84: Kreis nibbeln

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G84 Rr	Kreis nibbeln mit Radiusangabe	
Argument	Beschreibung	
xy	Mittelpunkt des Kreises	
r	Radius des Kreises (nur positive Werte zulässig)	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Minimum = 0.500 mm ▶ Minimum = 0.0197 Zoll 	

Mit dem Programmbefehl G84 wird ein Kreis an einer definierten XY-Koordinate mit dem programmierten Radius r genibbelt.

In Verbindung mit einer Kontaktbohrereinrichtung erfolgt das Ermitteln der Plattenoberfläche nur beim ersten Nibbelbohrhub. Dieser Wert wird während der gesamten Nibbelstrecke verwendet.

Im Zusammenhang mit der Nibbelfunktion wirken beispielsweise folgende CNC-Befehle (alle CNC-Befehle finden Sie im Handbuch CNC 8x.00 – CNC-Befehle):

- ▶ CNC-Befehl NONIBO: alternierendes Nibbeln
- ▶ CNC-Befehl NIBO: sequentielles Nibbeln
- ▶ CNC-Befehl BROK2: Bohrerbruchkontrolle ist während des Nibbelns ausgeschaltet

CNC-Befehl NONIBO

Alternierendes Nibbeln (Standard).

- ▶ Die Randrauheit wird mit dem CNC-Befehl NIB definiert.
- ▶ Der Lochabstand ist abhängig vom Werkzeugdurchmesser.
- ▶ Da der Werkzeugdurchmesser berücksichtigt wird, kann durch Ändern des Durchmesserwertes in der Werkzeugtabelle der Kreisdurchmesser manipuliert werden.
- ▶ Wird der Werkzeugdurchmesser kleiner definiert, ergibt sich während der Abarbeitung ein größerer Kreis und umgekehrt.

Um ein besseres Kreisbild zu erhalten werden kleine Kreise häufig genibbelt. Mit der Randrauheit wird die Qualität des Nibbelrandes eingestellt.

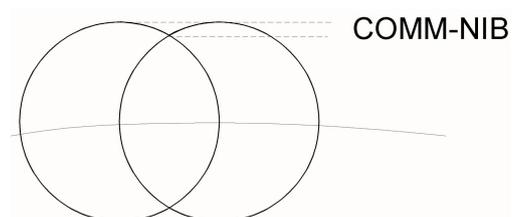


Abb. 1: Randrauheit

CNC-Befehl NIBO

Sequentielles Nibbeln.

- ▶ Die Randrauheit 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.

CNC-Befehl BROK2

Die Bohrerbruchkontrolle wird während eines Nibbel- oder Ausspänvorgangs ausgeschaltet.

Beispiel

Es soll ein Kreis mit einem Durchmesser von 10.0 mm genibbelt werden. Der Werkzeugdurchmesser darf nicht größer als der Kreisradius sein.

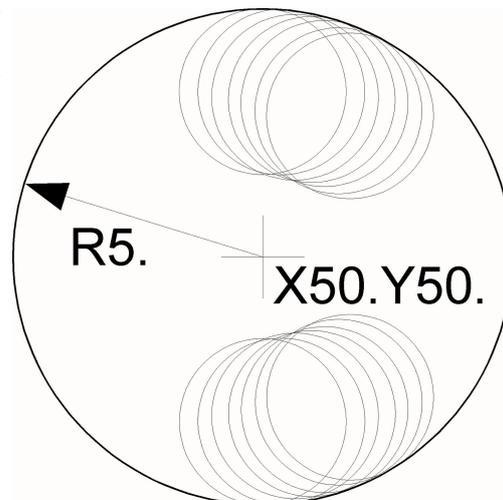


Abb. 2: Genibbelter Kreis

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X50.Y50.G84R5.

Kreismittelpunkt und -radius

Verwandte Themen

[G85: Schlitz nibbeln, Seite 10](#)

G85: Schlitz nibbeln

1000	3000	5000
-	•	•

Befehl	Beschreibung
Xx1Yy1 G85	Schlitz nibbeln
Xx2Yy2	

Argument	Beschreibung
x1y1	Anfangspunkt des Schlitzes
x2y2	Endpunkt des Schlitzes

Mit dem Befehl G85 wird ein Schlitz an einer definierten XY-Koordinate genibbelt. Beim Nibbeln werden so viele Löcher nebeneinander gebohrt bis ein Schlitz entsteht.

In Verbindung mit einer Kontaktbohrereinrichtung erfolgt das Ermitteln der Plattenoberfläche nur beim ersten Nibbelbohrhub. Dieser Wert wird während der gesamten Nibbelstrecke verwendet.

Hinweis

Die programmierte Schlitzlänge ist immer um einen Werkzeugdurchmesser kürzer als die gewünschte Schlitzlänge.

Im Zusammenhang mit der Nibbelfunktion wirken außerdem verschiedene CNC-Befehle (s. auch das Handbuch CNC 8x.00 - CNC-Befehle):

- ▶ CNC-Befehl NONIBO: alternierendes Nibbeln
- ▶ CNC-Befehl NIBO: sequentielles Nibbeln
- ▶ CNC-Befehl BROK2: Bohrerbruchkontrolle ist während des Nibbelns ausgeschaltet

CNC-Befehl NONIBO

Alternierendes Nibbeln (Standard).

- ▶ Die Randrauheit wird mit dem CNC-Befehl NIB definiert.
- ▶ Der Lochabstand ist abhängig vom Werkzeugdurchmesser.

Mit der Randrauheit wird die Qualität des Nibbelrandes definiert.

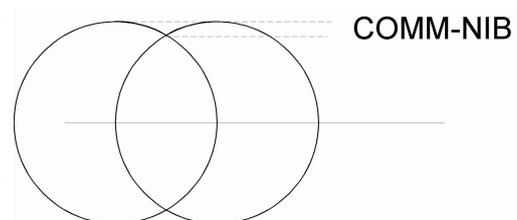


Abb. 3: Randrauheit

CNC-Befehl NIBO

Sequentielles Nibbeln.

- ▶ Die Randrauheit 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.

CNC-Befehl BROK2

Die Bohrerbruchkontrolle wird während eines Nibbel- oder Ausspänvorgangs ausgeschaltet.

Schlitzlänge berechnen

Schlitzlänge = Abstand der programmierten Punkte + Bohrerdurchmesser

Beispiel

Voraussetzung

Zum Nibbeln mit einem dünnen Werkzeug muss das alternierende Nibbeln eingeschaltet sein.

Abhängig vom Werkzeugdurchmesser ermittelt die CNC die erforderliche Anzahl von Bohrhüben. Der alternierende Bohrvorgang (neutrale Materialzustellung) ermöglicht auch den Einsatz eines relativ dünnen Werkzeugs.

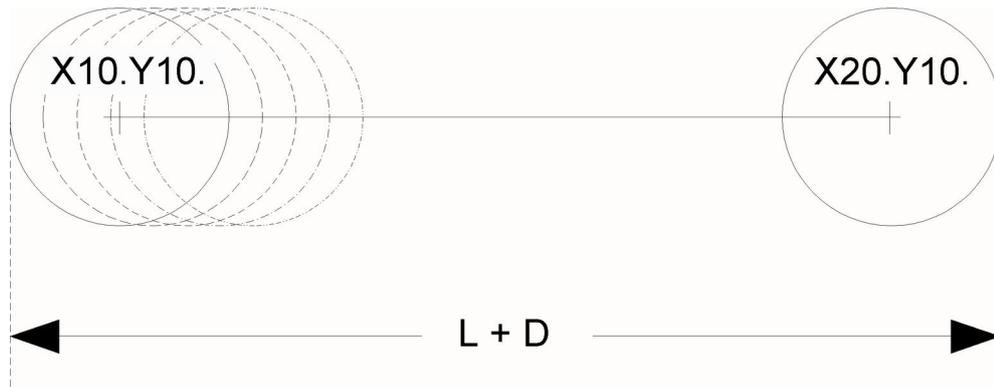


Abb. 4: Genibbelter Schlitz

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X10.Y10.G85

Anfangspunkt des Schlitzes

X20.Y10.

Endpunkt des Schlitzes (Schlitzlänge = 10 mm + 2.4 mm = 12.4 mm)

Verwandte Themen

[G84: Kreis nibbeln. Seite 9](#)

2.4 Klartext bohren

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen das Bohren eines Textes im Teileprogramm programmiert wird.

M97: Klartext parallel zur X-Achse bohren

1000	3000	5000
-	•	•

Befehl	Beschreibung
XxYy M97,text	Klartext bohren in X-Richtung

Argument	Beschreibung
xy	Referenzkoordinate für die 1. Bohrung
text	beliebiger Text

Mit dem Befehl M97 wird ein **Klartext** programmiert, der lesrichtig parallel zur X-Achse gebohrt wird (bei Achsversion 1). Lesrichtig parallel zur X-Achse bedeutet, dass der Text von links nach rechts gelesen werden kann.

Programmiervorschriften:

- ▶ Der Befehl und der zu bohrende Klartext sowie die dazugehörigen Koordinaten stehen in einem Block.
- ▶ Zwischen dem Befehl und dem Klartext muss ein Komma programmiert sein. Das Komma (,) wird nicht gebohrt.
- ▶ Notwendige Werkzeugwechsel- oder Klammerbefehle müssen vor dem Klartextbefehl eingegeben werden.

- ▶ Die Auswahl des Zeichensatzes erfolgt in den Einstellungen der CNC.
- ▶ Der Klartext kann Textvariablen enthalten (siehe Tabelle).
- ▶ Besitzen der Programmierplatz und die Produktionsmaschine unterschiedliche Achsversionen, müssen ggf. Einstellungen an der Produktionsmaschine vorgenommen werden, damit der Klartext korrekt gebohrt wird (z. B. Achsversion für den Klartext definieren). Nähere Informationen entnehmen Sie der Beschreibung der Einstellmöglichkeiten der CNC.

Textvariablen

Innerhalb des Klartextes können Ersatzzeichen programmiert werden.

- ▶ Diese werden während der Abarbeitung durch die aktuellen Werte ersetzt (z. B. Bedienertext, Spindelnummer, Durchlaufnummer usw.).
- ▶ Voraussetzung für die &-Optionen: Für das Bohren des Klartextes muss ein Zeichensatz mit fester Zeichenbreite ausgewählt sein.

Funktion	Erklärung
*	Ersatztext, der mit der OPID-Einstellung definiert wird (in allen Zeichensätzen gültig)
&D	Datum (tt/mm/jjjj)
&T	Uhrzeit (hh:mm:ss)
&F	Dateiname
&E	Dateinamen-Erweiterung
&M	Modulnummer
&P ¹	(ab Softwareversion 10.05) Spindelnummer als Lochreihe Spindel 1 = 1 Loch, Spindel 2 = 2 Löcher usw.
&S ¹	Spindelnummer als Zahl
&B	Werkzeugbruch-Dateizähler
&N	Durchlaufnummer als Dezimalzahl (im Kamera-Modus der CAMN-Wert)
&R	Musternummer als Dezimalzahl bohren
&V	Durchlaufnummer als binäre Lochreihe (im Kamera-Modus der CAMN-Wert)
¹ In einer Maschine mit Zentralantrieb der Z-Achsen wird das Bohren der Spindelnummer ignoriert, da sich die einzelnen Spindeln mechanisch nicht trennen lassen.	

Zeichenvorrat

Der Zeichenvorrat hängt vom ausgewählten Zeichensatz ab.

Zeichen	3 x 5	4 x 6	5 x 7	Excellon	Hitachi
A..Z	•	•	•	•	•
0..9	•	•	•	•	•
+ - /	-	•	•	•	nur "-"
.,!?:()"	-	•	•	-	-
#\$ %&*;<=>@[\]^ _	-	-	•	-	-

Zeichensatz mit fester Zeichenbreite (5 x 7 Bohrlöcher)

Die Abbildung enthält ein Beispiel für den Zeichenvorrat des Zeichensatzes mit fester Zeichenbreite (5 x 7 Bohrlöcher).

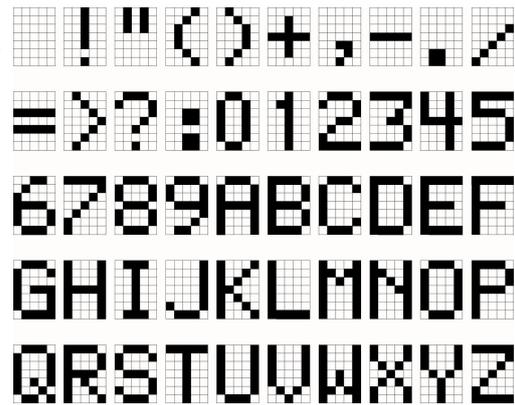


Abb. 5: Zeichensatz

Aufbau eines Zeichens (5 x 7 Bohrlöcher)

Zum Positionieren des Klartextes wird normalerweise das erste Bohrloch des 1. Zeichens im Klartext verwendet. Im Bild entspricht dies dem (schwarzen) Punkt 1,7.

Die Zeichenbreite beträgt 5 Bohrlöcher plus einer Bohrlochbreite als Leerraum zum nächsten Zeichen.

- ▶ Die Klartextbuchstaben werden innerhalb einer 6x7-Matrix definiert.
- ▶ Referenzpunkt ist immer der Rasterpunkt RP(1,7).
- ▶ Die Zeichengröße hängt vom Bohrerdurchmesser ab:
 - Zeichenhöhe = 8.2 x Bohrerdurchmesser
 - Zeichenbreite = 5.8 x Bohrerdurchmesser
- ▶ Der Leerraum zwischen den Zeichen entspricht 0.2 Bohrerdurchmesser.

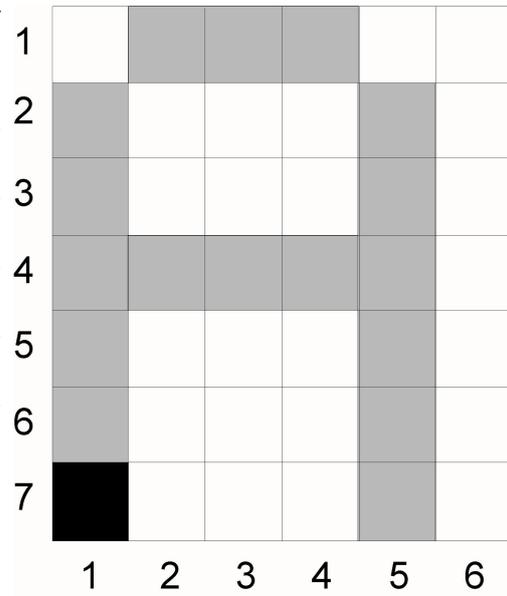


Abb. 6: Zeichenmatrix

Beispiel: Klartext

Für das Klartextbohren ist ein Zeichensatz mit fester Zeichenbreite angewählt (5 x 7 Bohrlöcher). Es sollen folgende Klartexte gebohrt werden:

- ▶ Der Klartext "CNC" soll parallel zur X-Achse mit einer Zeichenhöhe von 8.2 mm gebohrt werden.
- ▶ Der Klartext "CNC" soll parallel zur Y-Achse mit einer Zeichenhöhe von 16.4 mm gebohrt werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

Berechnung der benötigten Werkzeugdurchmesser:

Werkzeug	Durchmesser
T4	8.2 mm / 8.2 = 1.00 mm Werkzeugdurchmesser
T5	16.4 mm / 8.2 = 2.00 mm Werkzeugdurchmesser

Programmierung im Teileprogramm.

```
X30.Y10.T4 M97,CNC
```

Klartext parallel zur X-Achse

```
X30.Y30.T5 M98,CNC
```

Klartext parallel zur Y-Achse

Klartext kann parallel zur X- oder zur Y-Achse gebohrt werden.

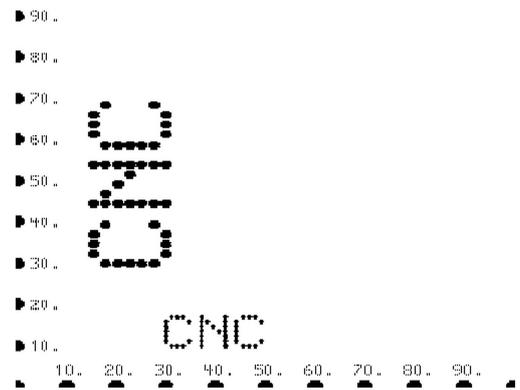


Abb. 7: Gebohrter Klartext

Beispiel: Muster kennzeichnen

Zur Identifizierung soll in jedes Muster eine eindeutige Kennzeichnung gebohrt werden.

- ▶ Für das Bohren der Musterkennung soll ein Bohrer mit einem Durchmesser von 0.8 mm verwendet werden (Werkzeugnummer T7). Da innerhalb des Teileprogramms kein identischer Durchmesser verwendet wird, wird ein separater Abschnitt für die Musterkennung programmiert.
- ▶ Bestandteile der Nummer:
 - Bauteilkennung. Identifizierung des Teileprogramms ("A2341").
 - Durchlaufnummer. Identifizierung der Platte (Platzhalter "&N").
 - Musternummer. Identifizierung der Muster (Platzhalter "&R").

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X31.Y28.T1M31
```

1. Bohrung der Werkzeugnummer T1

...

...

```
X220.Y40.M50
```

1. Musternullpunkt

```
X220.Y140.M50
```

2. Musternullpunkt

```
X...Y...M50M30
```

letzter. Musternullpunkt

```
X42.Y13.T2M31
```

1. Bohrung der Werkzeugnummer T2

...

...

```
X220.Y40.M50
```

1. Musternullpunkt

```
X220.Y140.M50
```

2. Musternullpunkt

```
X...Y...M50M30
```

Letzter Musternullpunkt



(PATTERN LABEL)	Werkzeugwechsel und Kennung bohren
X30.Y10.T7M31M97,A2341-&N-&R	"A2341-1-1" bis "A2341-1-3"
X220.Y40.M50	1. Musternullpunkt
X220.Y140.M50	2. Musternullpunkt
X...Y...M50M30	Letzter Musternullpunkt

Gebohrte Kennzeichnungen

Die Tabelle enthält die gebohrten Klartexte für 2 Durchläufe eines Teileprogramms "A2341" mit 3 Mustern:

Durchlauf	Muster	Kennzeichnung
1	1	A2341-1-1
1	2	A2341-1-2
1	3	A2341-1-3
2	1	A2341-2-1
2	2	A2341-2-2
2	3	A2341-2-3

Verwandte Themen

[M98: Klartext parallel zur Y-Achse bohren, Seite 16](#)

M98: Klartext parallel zur Y-Achse bohren

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M98,text	Klartext bohren in Y-Richtung	
Argument	Beschreibung	
xy	Referenzkoordinate für die 1. Bohrung	
text	beliebiger Text	

Mit dem Befehl M98 wird ein Klartext programmiert, der lesrichtig parallel zur Y-Achse gebohrt wird (bei Achsversion 1). Lesrichtig parallel zur Y-Achse bedeutet, dass der Text links gedreht von vorne nach hinten gelesen werden kann.

Programmiervorschriften:

- ▶ Der Befehl und der zu bohrende Klartext sowie die dazugehörigen Koordinaten stehen in einem Block.
- ▶ Zwischen dem Befehl und dem Klartext muss ein Komma programmiert sein. Das Komma (,) wird nicht gebohrt.
- ▶ Notwendige Werkzeugwechsel- oder Klammerbefehle müssen vor dem Klartextbefehl eingegeben werden.
- ▶ Die Auswahl des Zeichensatzes erfolgt in den Einstellungen der CNC.
- ▶ Der Klartext kann Textvariablen enthalten (siehe Tabelle).
- ▶ Besitzen der Programmierplatz und die Produktionsmaschine unterschiedliche Achsversionen, müssen ggf. Einstellungen an der Produktionsmaschine vorgenommen werden, damit der Klartext korrekt gebohrt wird (z. B. Achsversion für den Klartext definieren). Nähere Informationen entnehmen Sie der Beschreibung der Einstellmöglichkeiten der CNC.

Textvariablen

Innerhalb des Klartextes können Ersatzzeichen programmiert werden.

- ▶ Diese werden während der Abarbeitung durch die aktuellen Werte ersetzt (z. B. Bedienertext, Spindelnummer, Durchlaufnummer usw.).
- ▶ Voraussetzung für die &-Optionen: Für das Bohren des Klartextes muss ein Zeichensatz mit fester Zeichenbreite ausgewählt sein.

Funktion	Erklärung
*	Ersatztext, der mit der OPID-Einstellung definiert wird (in allen Zeichensätzen gültig)
&D	Datum (tt/mm/jjjj)
&T	Uhrzeit (hh:mm:ss)
&F	Dateiname
&E	Dateinamen-Erweiterung
&M	Modulnummer
&P ¹	(ab Softwareversion 10.05) Spindelnummer als Lochreihe Spindel 1 = 1 Loch, Spindel 2 = 2 Löcher usw.
&S ¹	Spindelnummer als Zahl
&B	Werkzeugbruch-Dateizähler
&N	Durchlaufnummer als Dezimalzahl (im Kamera-Modus der CAMN-Wert)
&R	Musternummer als Dezimalzahl bohren
&V	Durchlaufnummer als binäre Lochreihe (im Kamera-Modus der CAMN-Wert)

¹ In einer Maschine mit Zentralantrieb der Z-Achsen wird das Bohren der Spindelnummer ignoriert, da sich die einzelnen Spindeln mechanisch nicht trennen lassen.

Zeichenvorrat

Der Zeichenvorrat hängt vom ausgewählten Zeichensatz ab.

Zeichen	3 x 5	4 x 6	5 x 7	Excellon	Hitachi
A..Z	•	•	•	•	•
0..9	•	•	•	•	•
+ - /	-	•	•	•	nur "-"
.,!?:()"	-	•	•	-	-
#\$ %&*;<=>@[\]^ _	-	-	•	-	-

Zeichensatz mit fester Zeichenbreite (5 x 7 Bohrlöcher)

Die Abbildung enthält ein Beispiel für den Zeichenvorrat des Zeichensatzes mit fester Zeichenbreite (5 x 7 Bohrlöcher).

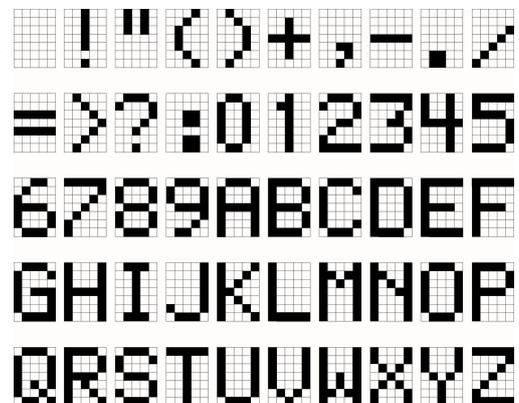


Abb. 8: Zeichensatz

Aufbau eines Zeichens (5 x 7 Bohrlöcher)

Zum Positionieren des Klartextes wird normalerweise das erste Bohrloch des 1. Zeichens im Klartext verwendet. Im Bild entspricht dies dem (schwarzen) Punkt 1,7.

Die Zeichenbreite beträgt 5 Bohrlöcher plus einer Bohrlochbreite als Leerraum zum nächsten Zeichen.

- ▶ Die Klartextbuchstaben werden innerhalb einer 6x7-Matrix definiert.
- ▶ Referenzpunkt ist immer der Rasterpunkt RP(1,7).
- ▶ Die Zeichengröße hängt vom Bohrer-durchmesser ab:
 - Zeichenhöhe = 7 x (Bohrerdurchmesser x 1.2)
 - Zeichenbreite = 6 x (Bohrerdurchmesser x 1.2)

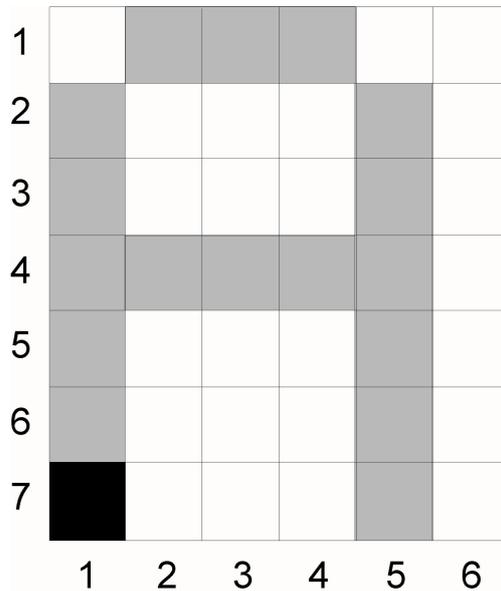


Abb. 9: Zeichenmatrix

Beispiel: Klartext

Für das Klartextbohren ist ein Zeichensatz mit fester Zeichenbreite angewählt (5 x 7 Bohrlöcher). Es sollen folgende Klartexte gebohrt werden:

- ▶ Der Klartext "CNC" soll parallel zur X-Achse mit einer Zeichenhöhe von 8.2 mm gebohrt werden.
- ▶ Der Klartext "CNC" soll parallel zur Y-Achse mit einer Zeichenhöhe von 16.4 mm gebohrt werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

Berechnung der benötigten Werkzeugdurchmesser:

Werkzeug	Durchmesser
T4	8.2 mm / 8.2 = 1.00 mm Werkzeugdurchmesser
T5	16.4 mm / 8.2 = 2.00 mm Werkzeugdurchmesser

Programmierung im Teileprogramm.

```
X30.Y10.T4 M97,CNC      Klartext parallel zur X-Achse
X30.Y30.T5 M98,CNC      Klartext parallel zur Y-Achse
```

Klartext kann parallel zur X- oder zur Y-Achse gebohrt werden.

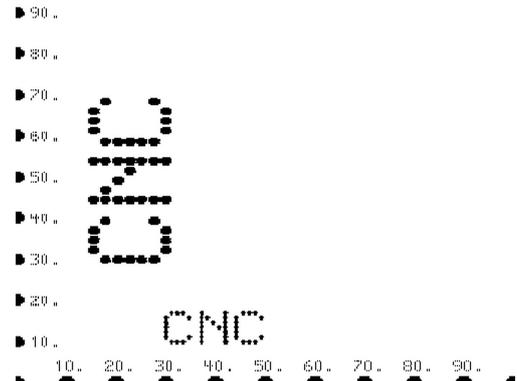


Abb. 10: Gebohrter Klartext

Beispiel: Muster kennzeichnen

Zur Identifizierung soll in jedes Muster eine eindeutige Kennzeichnung gebohrt werden.

- ▶ Für das Bohren der Musterkennung soll ein Bohrer mit einem Durchmesser von 0.8 mm verwendet werden (Werkzeugnummer T7). Da innerhalb des Teileprogramms kein identischer Durchmesser verwendet wird, wird ein separater Abschnitt für die Musterkennung programmiert.
- ▶ Bestandteile der Nummer:
 - Bauteilkennung. Identifizierung des Teileprogramms ("A2341").
 - Durchlaufnummer. Identifizierung der Platte (Platzhalter "&N").
 - Musternummer. Identifizierung der Muster (Platzhalter "&R").

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X31.Y28.T1M31	1. Bohrung der Werkzeugnummer T1
...	...
X220.Y40.M50	1. Musternullpunkt
X220.Y140.M50	2. Musternullpunkt
X...Y...M50M30	letzter. Musternullpunkt
X42.Y13.T2M31	1. Bohrung der Werkzeugnummer T2
...	...
X220.Y40.M50	1. Musternullpunkt
X220.Y140.M50	2. Musternullpunkt
X...Y...M50M30	Letzter Musternullpunkt
(PATTERN LABEL)	Werkzeugwechsel und Kennung bohren
X30.Y10.T7M31M97,A2341-&N-&R	"A2341-1-1" bis "A2341-1-3"
X220.Y40.M50	1. Musternullpunkt
X220.Y140.M50	2. Musternullpunkt
X...Y...M50M30	Letzter Musternullpunkt

Gebohrte Kennzeichnungen

Die Tabelle enthält die gebohrten Klartexte für 2 Durchläufe eines Teileprogramms "A2341" mit 3 Mustern:

Durchlauf	Muster	Kennzeichnung
1	1	A2341-1-1
1	2	A2341-1-2
1	3	A2341-1-3
2	1	A2341-2-1
2	2	A2341-2-2
2	3	A2341-2-3

Verwandte Themen

[M97: Klartext parallel zur X-Achse bohren, Seite 12](#)

2.5 Bohrmuster

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen fertige Muster im Teileprogramm programmiert werden (Lochreihen, Kreis aus Bohrlöchern usw.).

V1: Zweifache Lochreihe bohren (dual-in-line)

1000	3000	5000
•	•	•

Befehl	Beschreibung
Xx1Yy1 V1	Zweifache Lochreihe: Anfangspunkt
Xx2Yy2	Endpunkt (Raster = 2.54 mm = 0.1 Zoll)
Xx2Yy2Ww	Endpunkt (beliebiges Raster)

Argument	Beschreibung
x1y1	1. Eckpunkt
x2y2	Diagonaler Eckpunkt
w	Anzahl der Bohrlöcher einer Reihe

Der V1-Befehl bohrt zwei parallele Lochreihen (z. B. für *dual-in-line*-Bauteile beliebiger Größe).

- ▶ Die Lochreihen müssen achsparallel liegen (sonst den V2-Befehl verwenden).
- ▶ Die Eingabe des W-Wertes ist nur notwendig, wenn das Standardraster von 2.54 mm (= 0.1 Zoll) geändert werden soll.
- ▶ Zu Programmieren sind zwei diagonale Eckpunkte.
- ▶ Stimmt die Position des zweiten Eckpunktes nicht mit dem erwarteten Raster überein, erfolgt eine automatische Korrektur des Reihenabstands.

Lage der Lochreihen

Die Lage der Lochreihen hängt von zwei Kriterien ab:

- ▶ Achsversion der Maschine
- ▶ Zu programmierende Diagonalen der Lochreihen (siehe Abbildung)
- ▶ Die Reihenfolge der programmierten Eckpunkte ist nicht vorgeschrieben.

Abhängig von der eingestellten Achsversion ändert sich die Lage der Bohrmuster.

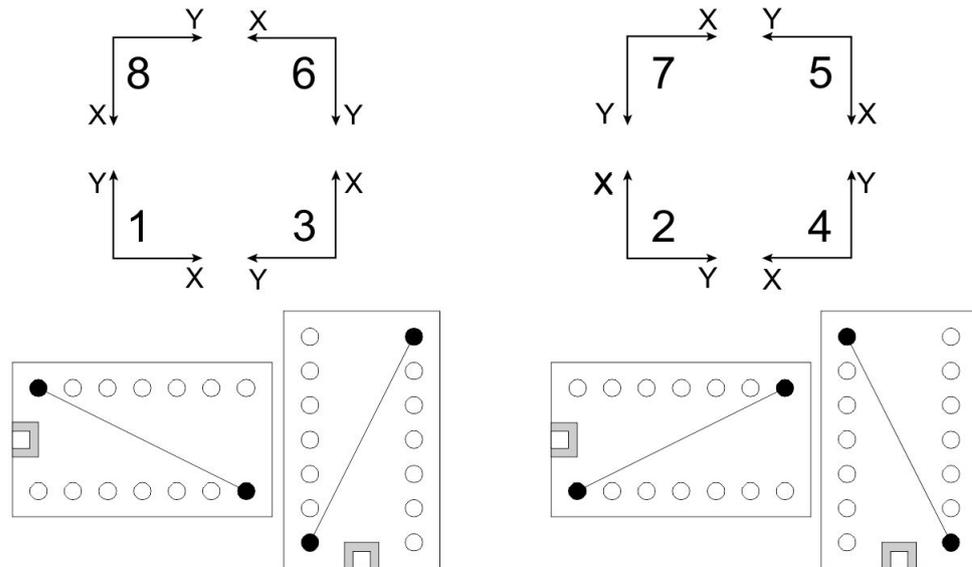


Abb. 11: Lage der Lochreihen

Korrektur des Reihenabstands im Standardraster

Im Standardraster werden die Lochpositionen am zöllischen 0.1"-Raster ausgerichtet (= 2.54 mm).

Der Reihenabstand wird nach folgenden Gesichtspunkten korrigiert (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.

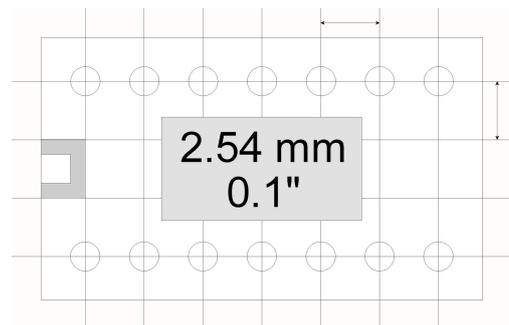


Abb. 12: Standardraster

Korrektur des Reihenabstands im frei definierbaren Raster

Im freien Raster berechnet sich der Abstand der Löcher aus dem Abstand der programmierten Koordinaten.

Programmierung und Berechnung eines frei definierbaren Rasters:

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

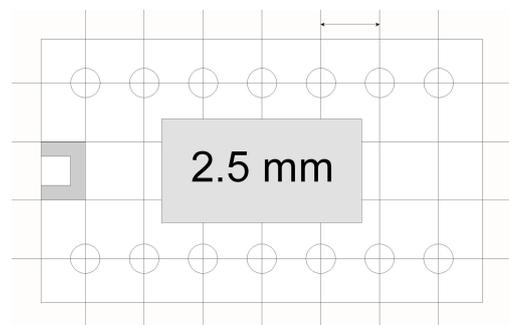


Abb. 13: Freies Raster

Beispiel (Achsversion 1)

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

(STANDARD GRID)

X30.00Y70.00 V1

X45.24Y62.38

Lochreihe im Standardraster

Startpunkt und V1-Befehl

Diagonaler Endpunkt. Die programmierte Position wird ggf. automatisch korrigiert

(VARIOUS GRID)

X70.00Y30.00 V1

X77.50Y45.00 W7

Lochreihe im freien Raster

Startpunkt und V1-Befehl

Diagonaler Eckpunkt. Das Rastermaß ergibt sich aus der Anzahl der Löcher.

Oberes Bohrbild: Der Lochabstand beträgt 2.54 mm (= 0.1 Zoll). Bezugspunkt ist die erste programmierte Bohrung.

Unteres Bohrbild: Der Lochabstand beträgt 2.5 mm. Dazu müssen beide Koordinatenwerte exakt programmiert werden.

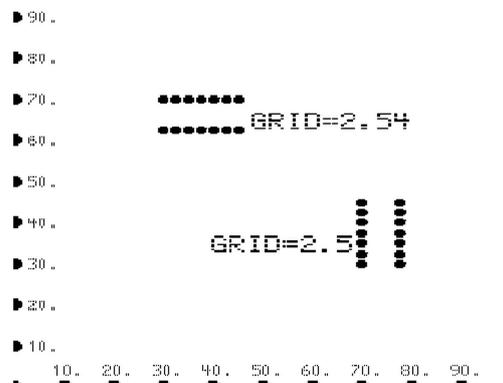


Abb. 14: Gebohrte zweifache Lochreihen

Verwandte Themen

[V2: Einfache Lochreihe bohren, Seite 22](#)

[V3: Vierfache Lochreihe bohren, Seite 23](#)

[V4: Kreisförmige Lochreihe bohren, Seite 26](#)

V2: Einfache Lochreihe bohren

1000	3000	5000
•	•	•

Befehl	Beschreibung
Xx1Yy1 V2	Einfache Lochreihe: Anfangspunkt
Xx2Yy2 Ww	Endpunkt und Lochanzahl

Argument	Beschreibung
x1y1	Anfangspunkt der Lochreihe
x2y2	Endpunkt der Lochreihe
w	Anzahl der Bohrlöcher einer Reihe

Der V2-Befehl ermöglicht das Bohren einer Lochreihe unter beliebigem Winkel.

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

- ▶ Die Löcher werden im gleichen Abstand zueinander gebohrt.

Berechnung des Lochabstands

$$\text{Abstand} = (P2 - P1) / (W - 1)$$

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

Beispiel

Es soll eine Lochreihe in X-Richtung mit 12 Löchern gebohrt werden. Der Abstand zwischen den Löchern soll 2.54 mm betragen. Das 1. Loch befindet sich an der Position X10.Y10.

Nach Umstellen der Formel kann die Endposition berechnet werden.

$$P2 = P1 + (A \times (W - 1)) = X10. + (2.54 \times 11) = X37.94$$

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X10.Y10.V2

Position der 1. Bohrung

X37.94.Y10.W12

Position der letzten Bohrung und Anzahl der Löcher

Verwandte Themen

[V1: Zweifache Lochreihe bohren \(dual-in-line\), Seite 20](#)

[V3: Vierfache Lochreihe bohren, Seite 23](#)

[V4: Kreisförmige Lochreihe bohren, Seite 26](#)

V3: Vierfache Lochreihe bohren

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
Xx1Yy1 V3	Vierfache Lochreihe: Anfangspunkt
Xx2Yy2	Endpunkt (Raster = 2.54 mm = 0.1 Zoll)
Xx2Yy2Ww	Endpunkt (beliebiges Raster)

Argument	Beschreibung
x1y1	Anfangspunkt der Lochreihe
x2y2	Endpunkt der Lochreihe
w	Anzahl der Bohrlöcher einer Reihe

Der V3-Befehl bohrt eine vierfache 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).
- ▶ Die Eingabe eines W-Wertes ist nur notwendig, wenn das Standardraster von 2.54 (0.1 Zoll) geändert werden soll.
- ▶ Zu Programmieren sind zwei diagonale Eckpunkte.
- ▶ Die CNC berechnet während der Abarbeitung den Abstand und die exakten Positionen der Bohrungen.

- ▶ Stimmt die Position des zweiten Eckpunktes nicht mit dem erwarteten Raster überein, erfolgt eine automatische Korrektur des Reihenabstands.

Lage der Lochreihen

Die Lage der Lochreihen hängt von zwei Kriterien ab:

- ▶ Achsversion der Maschine
- ▶ Zu programmierende Diagonalen der Lochreihen (siehe Abbildung)
- ▶ Die Reihenfolge der programmierten Eckpunkte ist nicht vorgeschrieben.

Abhängig von der eingestellten Achsversion ändert sich die Lage der Bohrmuster.

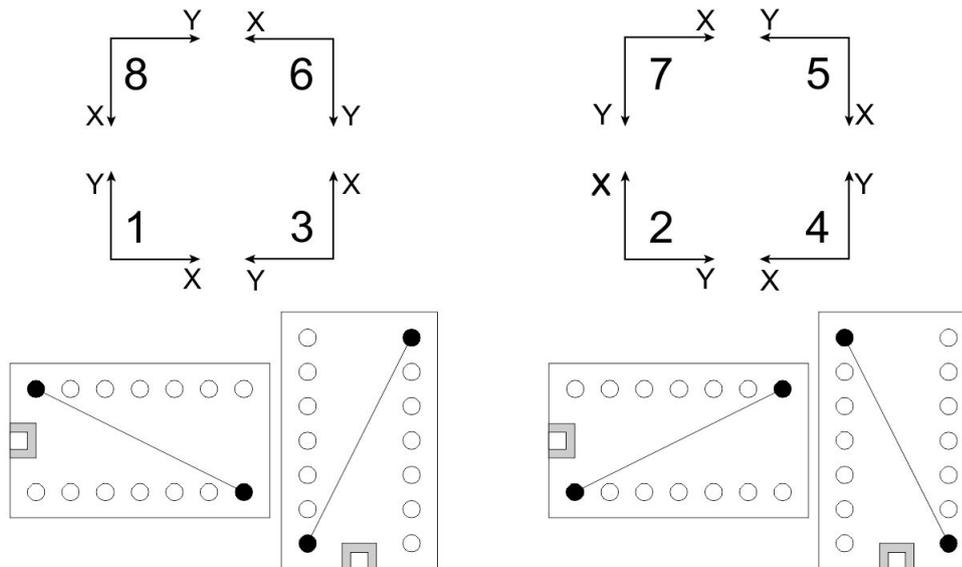


Abb. 15: Lage der Lochreihen

Korrektur des Reihenabstands im Standardraster

Im Standardraster werden die Lochpositionen am zöllischen 0.1"-Raster ausgerichtet (= 2.54 mm).

Der Reihenabstand wird nach folgenden Gesichtspunkten korrigiert (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 Diagonalpunkt nicht exakt programmiert ist ($\pm 1,27$ mm = 0.05"), positioniert die CNC die Bohrung auf den nächsten Rasterpunkt.

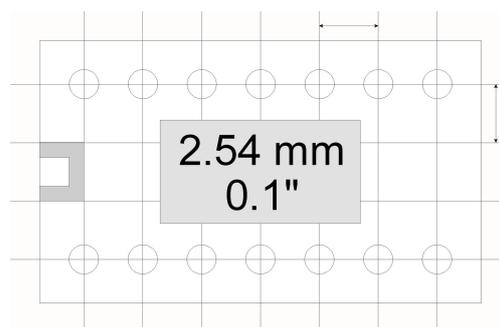


Abb. 16: Standardraster

Korrektur des Reihenabstands im frei definierbaren Raster

Im freien Raster berechnet sich der Abstand der Löcher aus dem Abstand der programmierten Koordinaten.

Programmierung und Berechnung eines frei definierbaren Rasters:

- ▶ Für die Programmierung im frei definierbaren Raster berechnet die CNC zunächst für eine Richtung die Rastergröße aus der Anzahl der Löcher für diese Richtung.
- ▶ Mit dieser Rastergröße wird der Abstand der beiden Reihen ggf. korrigiert.

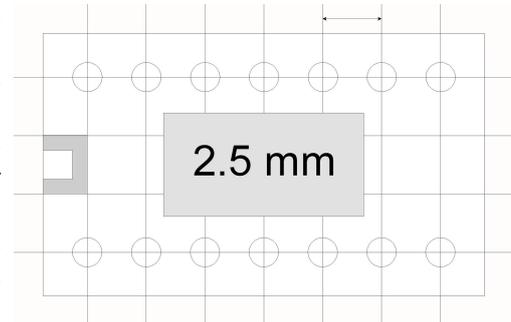


Abb. 17: Freies Raster

Beispiele (Achsversion 1)

```
X30.Y10.V3
```

```
X50.Y30.
```

```
X70.Y10.V3
```

```
X80.Y40.
```

```
X30.Y50.V3
```

```
X50.Y70.W9
```

```
X70.Y50.V3
```

```
X80.Y90.W9
```

Quadrat im Standardraster

Seitenlänge = 20.0 mm, Rastergröße = 2.54 mm

Rechteck im Standardraster

X-Seitenlänge = 10.0 mm, Y-Seitenlänge = 30.0 mm, Rastergröße = 2.54 mm

Quadrat im freien Raster

Seitenlänge = 20.0 mm, Rastergröße = 2.5 mm

Rechteck im freien Raster

X-Seitenlänge = 10.0 mm, Y-Seitenlänge = 40.0 mm, Rastergröße = 2.5 mm

Obere Bohrbilder: Der Lochabstand beträgt 2.5 mm. Dazu müssen alle Koordinatenwerte exakt programmiert werden.

Unteres Bohrbild: Der Lochabstand beträgt 2.54 mm (= 0.1 Zoll). Bezugspunkt ist jeweils die erste programmierte Bohrung einer Kontur.

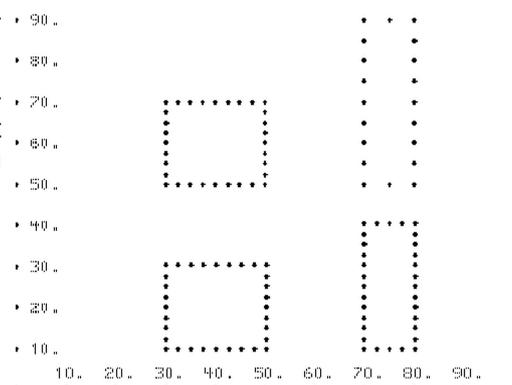


Abb. 18: Gebohrte vierfache Lochreihen

Verwandte Themen

[V1: Zweifache Lochreihe bohren \(dual-in-line\), Seite 20](#)

[V2: Einfache Lochreihe bohren, Seite 22](#)

[V4: Kreisförmige Lochreihe bohren, Seite 26](#)



V4: Kreisförmige Lochreihe bohren

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
Xx1Yy1 V4	Kreisförmige Lochreihe: Mittelpunkt	
Xx2Yy2 Ww	Punkt auf Kreisbogen und Lochanzahl	
Argument	Beschreibung	
x1y1	Kreismittelpunkt	
x2y2	Beliebige Bohrung auf dem Kreisbogen	
w	Anzahl der Löcher	

Der V4-Befehl bohrt Löcher auf einer Kreisbahn.

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

Positionsberechnung auf dem Kreisbogen

Ist der Winkel für eine Bohrposition auf dem Kreisbogen angegeben, kann mittels Winkelfunktionen die 2. Koordinate errechnet werden.

- ▶ $x2 = r \times \sin(\alpha)$
- ▶ $y2 = r \times \cos(\alpha)$
- ▶ $r =$ Radius des Kreises

Beispiel: Kreisförmige Lochreihe programmieren

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X50.Y50.V4T1	Mittelpunkt des Kreises
X80.Y50.W12	Beliebige Bohrung auf dem Kreisbogen und 12 Löcher
X50.Y50.V4T2	Mittelpunkt des Kreises
X82.Y50.W60	Beliebige Bohrung auf dem Kreisbogen und 60 Löcher

Mit 2 Programmzeilen lassen sich beliebig viele Löcher in einem Kreis anordnen.

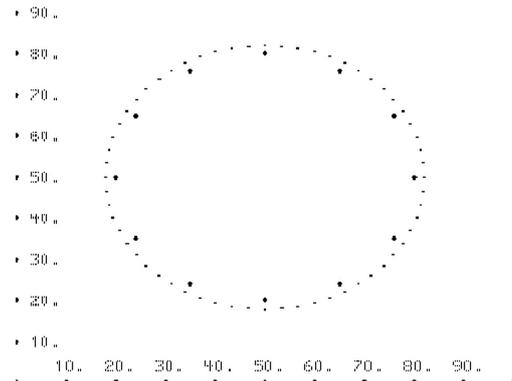


Abb. 19: Gebohrte kreisförmige Lochreihen

Verwandte Themen

[V1: Zweifache Lochreihe bohren \(dual-in-line\), Seite 20](#)

[V2: Einfache Lochreihe bohren, Seite 22](#)

[V3: Vierfache Lochreihe bohren, Seite 23](#)

2.6 SIEB & MEYER-Befehle zum Ausspänen

Im folgenden Abschnitt sind alle SIEB & MEYER-Befehle zum Ausspänen erfasst.

Ausspänfunktion einschalten und ausschalten

Ausspänen aus dem Teileprogramm

Das Ein- und Ausschalten der [Ausspänfunktion](#) erfolgt im SIEB & MEYER-Teilprogramm per Befehl G81 und G80.

Ausspänen mit Werkzeugtabelle

Mit folgenden CNC-Befehlen definieren Sie, ob Werte aus der Werkzeugtabelle „Ausspänen“ oder aus dem Teilprogramm verwendet werden:

CNC-Befehl	Bedeutung
SPEK	Definierte Ausspänwerkzeuge und -parameter aus Werkzeugtabelle verwenden
NOSPEK	Im Teilprogramm definierte Ausspänparameter zum Ausspänen verwenden.

Ausspänen mit CNC-Befehlen

Mit folgenden CNC-Befehlen aktivieren und definieren Sie die Ausspänfunktion:

CNC-Befehl	Bedeutung
APEK,Ddl,Ij	Durchmesserabhängiges Ausspänen aktivieren und Ausspänparameter definieren
DPEK,Ddl,Ij	Durchmesserabhängiges Ausspänen bei Tiefensteuerung aktivieren und Ausspänparameter definieren
TPEK,Ij	Werkzeugabhängiges Ausspänen aktivieren und Ausspänparameter definieren
PEKM,M	Ausspänmodus aktivieren

Hinweis

Die CNC-Befehle APEK, DPEK, TPEK und PEKM,M haben immer Vorrang vor dem CNC-Befehl SPEK bzw. NOSPEK.

Die Ausspänfunktion kann innerhalb des Teileprogramms 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.

Pulsbohren einschalten und ausschalten

Das [Pulsbohren](#) kann mithilfe der CNC-Befehle APEK, DPEK, TPEK und PEKM,M4 aktiviert und definiert werden. Zusätzlich kann das Pulsbohren aus dem Teileprogramm mit den SIEB & MEYER-Befehlen G89 und G88 ein- und ausgeschaltet werden.

G80: Ausspänfunktion ausschalten

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G80	Ausspänfunktion ausschalten	
Argument	Beschreibung	
xy	Ab dieser Koordinate wird nicht mehr ausgespant	

Der G80-Befehl schaltet die Ausspänfunktion aus.

- ▶ Alle Parameter bleiben erhalten.
- ▶ Mit dem G81-Befehl wird die Ausspänfunktion wieder eingeschaltet. Dabei werden die ursprünglichen Parameter verwendet.

Verwandte Themen

[G81: Ausspänfunktion einschalten, Seite 28](#)

G81: Ausspänfunktion einschalten

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G81	Ausspänfunktion mit den ursprünglichen Parametern einschalten	
XxYy G81I/PpJ/Ww	Ausspänfunktion definieren und einschalten	
Argument	Beschreibung	
xy	Ab dieser Koordinate (einschließlich) wirkt das Ausspänen	
i	Absenkwert und oberer Umkehrpunkt der Z-Achse während des Ausspänvorgangs (nur positive Werte zulässig)	
p	Prozentwert für Eintauchgeschwindigkeit bis zum Absenkwert <i>li</i> 1 % bis 100 %	
j	Höhe eines Teilhubs (nur positive Werte zulässig)	

Argument	Beschreibung
w	Faktor für das kontinuierliche Herabsetzen der Teilhübe 1 ‰ bis 1000 ‰

Voraussetzung

Der CNC-Befehl NOSPEK muss geschaltet sein, damit die Ausspänparameter berücksichtigt werden.

Mit dem G81-Befehl wird die **Ausspänfunktion** eingeschaltet, dies bedeutet, dass ein Bohrloch durch mehrfaches Absenken der Z-Achse (Teilhübe) gebohrt wird. Für Ausspänbohrungen müssen der Absenkwert li und die Höhe der Teilhübe Jj definiert werden (siehe unten).

Hinweis

Das **Pulsbohren** kann nicht zusammen mit dem Ausspänen verwendet werden.

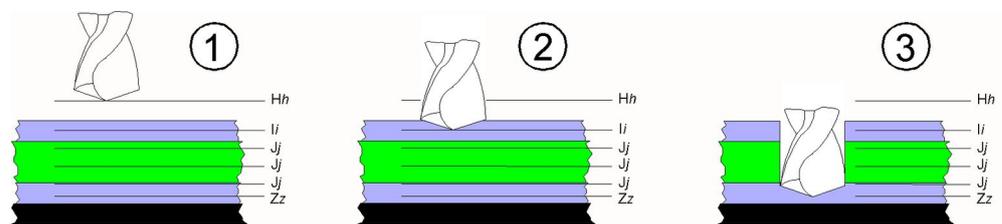


Abb. 20: Ebenen eines Ausspänhubs

- 1 Fahrebene (H-Wert oder Quick-Ebene). In der Fahrebene wird der Bohrhieb gestartet.
- 2 Absenkwert (Ausspänparameter I). Der Absenkwert wird mit herabgesenktem Vorschub erreicht (Ausspänparameter $P \times$ Werkzeugparameter F).
- 3 Arbeitsebene erreicht (Z-Wert oder K-Wert). Alle Teilhübe wurden beendet. Der letzte Teilhub wird durch die Arbeitsebene nach unten begrenzt.

Absenkwert

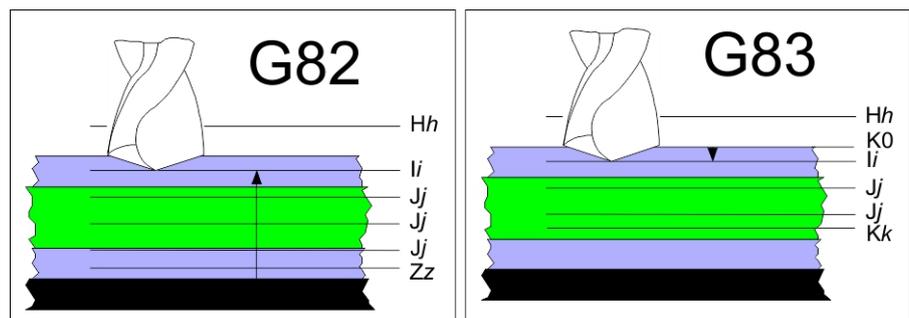


Abb. 21: Bezugsebenen für den Absenkwert li

G82 Bezugsebene = Tischoberfläche

G83 Bezugsebene = Plattenoberfläche

Für das Positionieren auf den Absenkwert werden mehrere Parameter benötigt.

- ▶ Die Definition ist abhängig von der Bezugsebene (G82 = Tischoberfläche oder G83 = Plattenoberfläche).
- ▶ Bis zum Absenkwert I erfolgt der erste Bohrhieb einer Ausspänbohrung.
- ▶ Der Vorschub bis zum Absenkwert kann mit dem Parameter P beeinflusst werden.

- ▶ Der Absenkwert dient auch als oberer Umkehrpunkt für die nachfolgenden Teilhübe.

Parameter	Erklärung
l_i	Absenkwert ▶ Der Wert ist abhängig von der aktuellen Bezugsebene ▶ Tischoberfläche oder Plattenoberfläche
P_p	Eintauchfaktor ▶ $F_{\text{Absenk}} = (\text{Werkzeugparameter } F) \times (\text{Eintauchfaktor } P \%)$

Teilhübe einer Ausspänbohrung

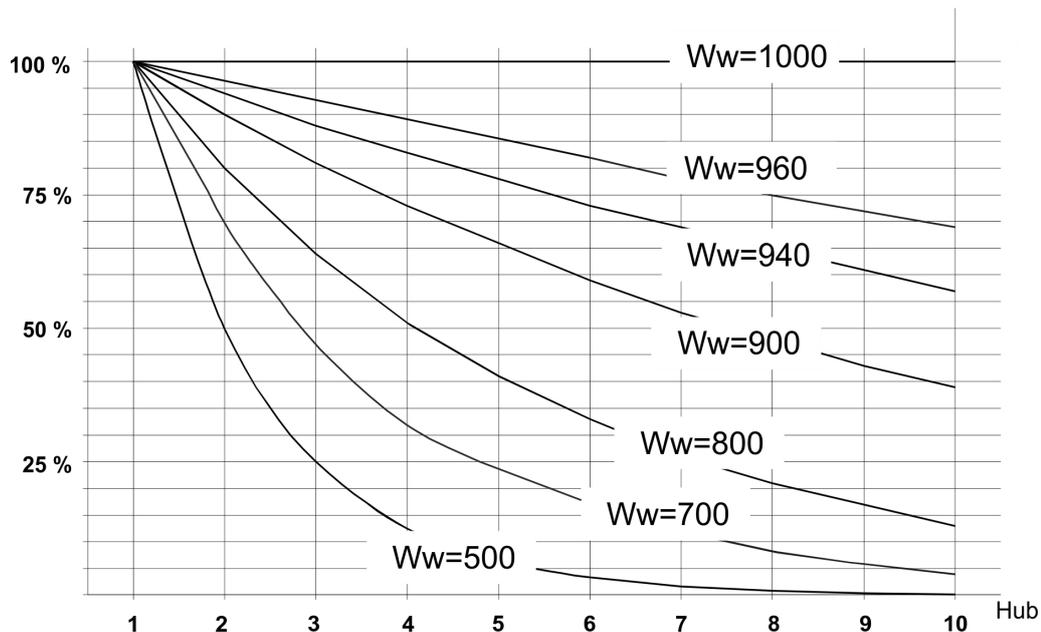


Abb. 22: Höhen der Teilhübe einer Ausspänbohrung ist abhängig vom W-Wert.

Die Höhe der Teilhübe verringert sich abhängig vom W-Wert. Für die Definition der Teilhübe werden mehrere Parameter benötigt.

- ▶ Als Teilhübe werden die Hübe bezeichnet, die nach dem Anbohren für das Ausbohren des Lochs benötigt werden.
- ▶ Die Eintauchgeschwindigkeit eines Teilhubs entspricht dem Werkzeugparameter F.
- ▶ Mit dem W-Wert können die Teilhübe kontinuierlich verringert werden (z. B. für hartes Material). Im Diagramm sind für einige Ausspänfaktoren die Höhe der Teilhübe in Abhängigkeit von der Anzahl der Teilhübe aufgezeichnet.
- ▶ Das Ausspänen wird beendet, sobald die Zielebene erreicht ist. Die Zielebene ist abhängig von der Bezugsebene (Bezugsebene = Tischoberfläche: Zielebene = Z-Ebene; Bezugsebene = Plattenoberfläche: Zielebene = K-Ebene).
- ▶ Mit dem CNC-Befehl PEKM,D kann das Bohren auf die programmierte Zielebene Z bzw. K erzwungen werden (s. Beispiel).

Parameter	Erklärung
J_j	Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung
W_w	Ausspänfaktor ▶ $\text{Hub} = j * (w / 1000)^{n-1}$ ▶ $n = \text{Zähler der Teilhübe}$

Beispiel

Für folgende Programmzeile sind in der Tabelle die Höhen der Teilhübe einer Ausspänbohrung gelistet. Die Bezugsebene ist die Tischoberfläche.

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

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

Teilhübe	Rechnung	Hub	erreichte Tiefe
1	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^0$	1.200 mm	4.500 mm - 1.200 mm = 3.300 mm
2	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^1$	0.600 mm	3.300 mm - 0.600 mm = 2.700 mm
3	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^2$	0.300 mm	2.700 mm - 0.300 mm = 2.400 mm
4	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^3$	0.150 mm	2.400 mm - 0.150 mm = 2.250 mm
5	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^4$	0.075 mm	2.250 mm - 0.075 mm = 2.175 mm
6	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^5$	0.037 mm	2.175 mm - 0.037 mm = 2.138 mm
7	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^6$	0.018 mm	2.138 mm - 0.018 mm = 2.120 mm
8	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^7$	0.009 mm	2.120 mm - 0.009 mm = 2.111 mm
9	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^8$	0.004 mm	2.111 mm - 0.004 mm = 2.107 mm
10	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^9$	0.002 mm	2.107 mm - 0.002 mm = 2.105 mm
11	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^{10}$	0.001 mm	2.105 mm - 0.001 mm = 2.104 mm
12	$1.2 \text{ mm} \times 0.500^{11}$	0.0005 mm	Zielebene nicht erreicht

Je nach Einstellung des CNC-Befehls PEKM,D gilt für das Ausspänen:

- ▶ Ist der CNC-Befehl PEKM,-D geschaltet, wird das Ausspänen nach dem 11. Teilhub beendet und der letzte Teilhub wird nicht ausgeführt.
- ▶ Ist der CNC-Befehl PEKM,D geschaltet, wird nach dem 11. Teilhub ein letzter Teilhub von 0.104 mm ausgeführt und die programmierte Zielebene Z erreicht.

Ablauf einer Ausspänbohrung

Eine Ausspänbohrung gliedert sich in folgende Einzelschritte:

- ▶ Bohrposition anfahren.
- ▶ Bohrer mit dem Anbohrvorschub auf den Absenkwert I absenken.
- ▶ Der Anbohr-Vorschub ist das Produkt aus Eintauchgeschwindigkeit (Werkzeugparameter F) und Eintauchfaktor (Ausspänparameter P).
- ▶ Bohrer mit dem Standardvorschub auf die erste Ausspänebene absenken. Der Standardvorschub entspricht dem Werkzeugparameter F.
- ▶ Bohrer hochziehen auf den oberen Umkehrpunkt (s. Absenkwert I).
- ▶ Wiederholen der letzten beiden Schritte (absenken; hochziehen) bis die Zielebene erreicht ist (K-Ebene oder Z-Ebene).
- ▶ Bohrer hochziehen bis zur Fahrebene (H-Ebene oder Quick-Ebene).

Beispiel

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

Dicke des Werkstücks	4,0 mm
Dicke der Tischauflage	1,5 mm
Bezugsebene	Tischoberfläche (G82)



Arbeitsebene	Z1.0
Vorschub für T2	1.5 m/min (Werkzeugparameter F)

Im Teileprogramm steht folgende Programmzeile:

```
X2.Y7.T2 G81I5.P80 J1.4W1000
```

Parameter	Erklärung
I5.	Absenkwert, bezogen auf die Tischoberfläche. Der erste Bohrhub erfolgt bis zum Absenkwert. Da die Tischauflage und das Werkstück zusammen 5.5 mm hoch sind (4.0 mm + 1.5 mm), dringt der Bohrer 0.5 mm in die Tischauflage ein. Für die nachfolgenden Teilhübe bestimmt der Absenkwert außerdem den oberen Umkehrpunkt (= 5.0 mm).
P80	Eintauchfaktor. Prozentsatz des Standardvorschubs für das Absenken. Der Anbohr-Vorschub beträgt nun 1.2 m/min. Vorschub = 1.5 m/min x 80 % = 1.2 m/min
J1.4	Höhe des 1. Teilhubs. Jeder Teilhub wird mit der Eintauchgeschwindigkeit von 1.5 m/min gebohrt (Werkzeugparameter F).
W1000	Ausspänfaktor. Da der Ausspänfaktor mit 100 % (W = 1000) definiert ist, beträgt jeder Teilhub 1.4 mm.

Die Berechnung der einzelnen Teilhübe entnehmen Sie der Tabelle:

Teilhübe	Formel	Rechnung	Hub	Gesamthub
1.	$J \times W^0$	1.4 mm x 1 ⁰	1.400 mm	1.400 mm
2.	$J \times W^1$	1.4 mm x 1 ¹	1.400 mm	2.800 mm
3.	$J \times W^2$	1.4 mm x 1 ²	1.400 mm	4.000 mm*

* Nach dem 3. Teilhub wird die Zielebene unterschritten. Während dieses Teilhubs wird die Ausspänbohrung beendet.

Verwandte Themen

[G80: Ausspänfunktion ausschalten, Seite 28](#)

[I: Absenkwert einer Ausspänbohrung, Seite 118](#)

[J: Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung, Seite 120](#)

[P: Vorschub beim Ausspänen herabsetzen, Seite 121](#)

[W: Höhe der Teilhübe einer Ausspänbohrung verringern, Seite 124](#)

2.7 Pulsbohren

Das Pulsbohren kann innerhalb des Teileprogramms 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.

G88: Pulsbohren ausschalten

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy G88	Pulsbohren ausschalten

Argument	Beschreibung
xy	Ab dieser Koordinate wird wieder normal gebohrt

Der G88-Befehl schaltet das Pulsbohren aus.

- ▶ Alle Parameter bleiben erhalten.
- ▶ Mit dem G89-Befehl wird das Pulsbohren wieder eingeschaltet. Dabei werden die ursprünglichen Parameter verwendet.

Verwandte Themen

[G89: Pulsbohren einschalten, Seite 33](#)

G89: Pulsbohren einschalten

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy G89	Pulsbohren mit den ursprünglichen Parametern einschalten
XxYy G89iJjEeRr	Pulsbohren definieren und einschalten

Argument	Beschreibung
xy	Ab dieser Koordinate (einschließlich) wirkt das Pulsbohren
i	Absenkwert (nur positive Werte zulässig)
j	Höhe eines Teilhubs (nur positive Werte zulässig)
e	Verweilzeit in ms
r	Minimaler Teilhub einer Pulsbohrung

Voraussetzung

- ▶ Der CNC-Befehl NOSPEK muss geschaltet sein, damit die Parameter i, j und r berücksichtigt werden.
- ▶ Der Parameter e wird auch bei SPEK oder NOSPEK berücksichtigt.

Für das [Pulsbohren](#) müssen der Absenkwert li und die Höhe der Teilhübe Jj definiert werden.

Hinweis

Das Pulsbohren kann nicht zusammen mit dem [Ausspanen](#) verwendet werden.

Absenkwert li

Die Z-Achse wird zunächst bis zum angegebenen Absenkwert abgesenkt. Der Pulsvorgang beginnt ab dieser Ebene.

- ▶ Die Definition ist abhängig von der Bezugsebene (G82 = Tischoberfläche oder G83 = Plattenoberfläche).
- ▶ Der erste Bohrhub einer Pulsbohrung erfolgt bis zum Absenkwert li.
- ▶ Die Absenkgeschwindigkeit bis zum Absenkwert entspricht dem Werkzeugparameter F.
- ▶ Nach Erreichen des Absenkwerts läuft zum ersten Mal die Verweilzeit Ee ab.

Teilhübe einer Pulsbohrung Jj

Der Teilhub einer Pulsbohrung definiert die Strecke, die die Z-Achse bei jedem Teilhub abgesenkt wird.

- ▶ Als Teilhübe werden die Hübe bezeichnet, die nach dem Anbohren für das Ausbohren des Lochs benötigt werden.
- ▶ Die Eintauchgeschwindigkeit eines Teilhubs entspricht dem Werkzeugparameter F.
- ▶ Nach Erreichen der nächsten Teil-Ebene läuft jedes Mal die Verweilzeit Ee ab.
- ▶ Das Pulsbohren wird beendet, sobald die Zielebene erreicht ist. Die Zielebene ist abhängig von der Bezugsebene (Bezugsebene = Tischoberfläche: Zielebene = Z-Ebene; Bezugsebene = Plattenoberfläche: Zielebene = K-Ebene).
- ▶ Errechnet die CNC einen Teilhub kleiner als der Restweg (Parameter R), wird bereits der vorherige Teilhub bis zur Zielebene ausgeführt.
- ▶ Nach Erreichen der Arbeitsebene wird die Z-Achse sofort wieder hochgezogen.

Minimaler Teilhub einer Pulsbohrung Rr

Unterschreitet der letzte Teilhub einer Pulsbohrung die Distanz Rr, wird der vorletzte Teilhub bis zur Fahrebene ausgeführt. Dadurch ist gewährleistet, dass ein Teilhub mindestens die Höhe Rr besitzt.

Beispiel

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

Dicke des Werkstücks	4.0 mm
Dicke der Tischauflage	1.5 mm
Bezugsebene	Tischoberfläche (G82)
Arbeitsebene	Z1.8

Im Teileprogramm steht folgende Programmzeile:

```
X123.456Y789.123T2 G89I5.J1.4 E30 R0.2
```

Parameter	Erklärung
I5.	Absenkwert, bezogen auf die Tischoberfläche. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Der erste Bohrhub erfolgt bis zum Absenkwert. ▶ Da die Tischauflage und das Werkstück zusammen 5.5 mm hoch sind (4.0 mm + 1.5 mm), dringt der Bohrer 0.5 mm in das Werkstück ein. ▶ Der Vorschub entspricht dem Werkzeugparameter F. ▶ Nach Erreichen des Absenkwerts verweilt die Z-Achse 30 ms an dieser Position.
J1.4	Höhe der Teilhübe einer Pulsbohrung: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Jeder Teilhub einer Pulsbohrung besitzt eine Höhe von 1.4 mm. ▶ Der Vorschub entspricht dem Werkzeugparameter F. ▶ Nach jedem Teilhub verweilt die Z-Achse 30 ms an der Position.
E30	Die Verweilzeit läuft ab: <ul style="list-style-type: none"> ▶ nach Erreichen des Absenkwerts ▶ nach Beenden eines Teilhubs (außer nach dem letzten Teilhub)
R0.2	Unterschreitet der letzte Teilhub die Höhe von 0.2 mm, wird der vorletzte Teilhub bis zur Fahrebene ausgeführt.

Verwandte Themen

[G88: Pulsbohren ausschalten. Seite 32](#)

2.8 Kontrollbohrungen

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen der Bereich für Kontrollbohrungen programmiert werden kann.

M56: Kontrollbereich in X-Richtung definieren

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYyM56	Kontrollbereich in X-Richtung definieren

Argument	Beschreibung
xy	Anfangskoordinaten des Kontrollbereichs

Voraussetzung

Die CNC-Befehle *CHEK,E* und *PRGM,C* sind aktiv.

Abhängig von der Maschinenkonfiguration werden mit den Befehlen M56 und M57 die Anfangskoordinaten und die Bohrrichtung eines Bereichs für Kontrollbohrungen definiert.

- ▶ Die Definition der Kontrollbereiche muss vorher erfolgt sein (z. B. in der Startup-Datei).
- ▶ Die Koordinaten im M56/M57-Block stellen die Anfangskoordinaten eines Bereichs dar. Diese Koordinaten ersetzen die zuvor definierten Anfangswerte.

Voraussetzung für SIEB & MEYER-Format:

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

Beispiel

Es sollen zwei Kontrollbereiche mit folgenden Werten definiert werden:

Parameter	Bereich 1	Bereich 2
Koordinate der 1. Bohrung	X10.Y20.	X450.Y20.
Abstand in X-Richtung	2.0	0.0
Abstand in Y-Richtung	0.0	2.0
Anzahl der Bohrungen im Bereich	20	10
Bohrrichtung	positive X-Richtung	positive Y-Richtung

Die Standardeinstellungen der Kontrollbereiche sind in der Startup-Datei definiert:

<code>PRGM,C</code>	Befehle M56 und M57 im Teileprogramm berücksichtigen
<code>CHEK,E</code>	Mehrere Kontrollbereiche erlauben
<code>CHEKT1T2T3</code>	Werkzeugliste für Kontrollbohrungen
<code>CHEK,S1XYDX2.DY0.N20</code>	Kontrollbereich 1 definieren
<code>CHEK,S2XYDX0.DY2.N10</code>	Kontrollbereich 2 definieren

Die programmabhängigen Definitionen (Anfangspositionen und Bohrrichtungen) sind im Teileprogramm definiert:



X10.Y20.M56

Kontrollbereich 1: Anfangskordinaten = X10.Y20.;
Bohrrichtung = positive X-Richtung

X450.Y20.M57

Kontrollbereich 2: Anfangskordinaten = X450.Y20.;
Bohrrichtung = positive Y-Richtung

Verwandte Themen

[M57: Kontrollbereich in Y-Richtung definieren, Seite 36](#)

M57: Kontrollbereich in Y-Richtung definieren

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYyM57	Kontrollbereich in Y-Richtung definieren

Argument	Beschreibung
xy	Anfangskordinaten des Kontrollbereichs

Voraussetzung

Die CNC-Befehle CHEK,E und PRGM,C sind aktiv.

Abhängig von der Maschinenkonfiguration werden mit den Befehlen M56 und M57 die Anfangskordinaten und die Bohrrichtung eines Bereichs für Kontrollbohrungen definiert.

- ▶ Die Definition der Kontrollbereiche muss vorher erfolgt sein (z. B. in der Startup-Datei).
- ▶ Die Koordinaten im M56/M57-Block stellen die Anfangskordinaten eines Bereichs dar. Diese Koordinaten ersetzen die zuvor definierten Anfangswerte.

Voraussetzung für SIEB & MEYER-Format:

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

Beispiel

Es sollen zwei Kontrollbereiche mit folgenden Werten definiert werden:

Parameter	Bereich 1	Bereich 2
Koordinate der 1. Bohrung	X10.Y20.	X450.Y20.
Abstand in X-Richtung	2.0	0.0
Abstand in Y-Richtung	0.0	2.0
Anzahl der Bohrungen im Bereich	20	10
Bohrrichtung	positive X-Richtung	positive Y-Richtung

Die Standardeinstellungen der Kontrollbereiche sind in der Startup-Datei definiert:

PRGM,C

Befehle M56 und M57 im Teileprogramm berücksichtigen

CHEK,E

Mehrere Kontrollbereiche erlauben

CHEKT1T2T3

Werkzeugliste für Kontrollbohrungen

CHEK,S1XYDX2.DY0.N20

Kontrollbereich 1 definieren

```
CHEK, S2XYDX0 .DY2 .N10
```

Kontrollbereich 2 definieren

Die programmabhängigen Definitionen (Anfangspositionen und Bohrrichtungen) sind im Teileprogramm definiert:

```
X10 .Y20 .M56
```

Kontrollbereich 1: Anfangskordinaten = X10.Y20.;
Bohrrichtung = positive X-Richtung

```
X450 .Y20 .M57
```

Kontrollbereich 2: Anfangskordinaten = X450.Y20.;
Bohrrichtung = positive Y-Richtung**Verwandte Themen**

[M56: Kontrollbereich in X-Richtung definieren, Seite 35](#)

3 Fräsen

Allgemeine Informationen

Im SIEB & MEYER-Format können alle Standard-Fräskonturen gefräst werden.

- ▶ Einige Fräsfunktionen sind abhängig von der Maschinenausstattung und der Konfiguration. Nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers.
- ▶ Am Anfang und am Ende einer Fräskontur muss jeweils eine T0-Programmzeile programmiert werden.
- ▶ Fräsfunktionen bleiben eingeschaltet bis zum Auftreten eines neuen Fräsbefehls oder dem Auftreten des T0-Befehls.
- ▶ Abhängig von der eingesetzten CNC wird während des Fräsens die Fräserstandzeit überwacht.

Fräskanten

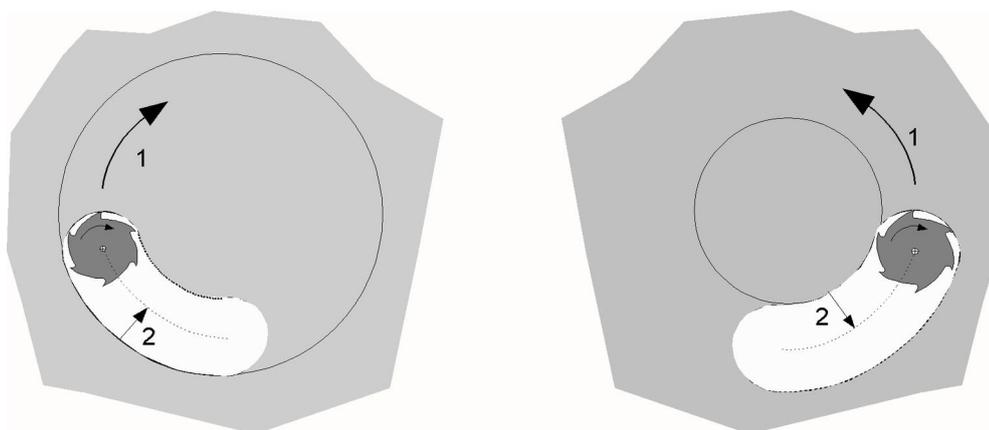
Um saubere Fräskanten zu erhalten, beachten Sie folgende Regeln:

- ▶ Eine Ausfräsung (Loch) erfolgt im Uhrzeigersinn. Daraus folgt: Die Fräserradiuskompensation muss nach rechts programmiert werden.
- ▶ Eine Fräsung entlang der Außenbahn (Scheibe) erfolgt gegen den Uhrzeigersinn. Daraus folgt: Die Fräserradiuskompensation muss ebenfalls nach rechts programmiert werden.
- ▶ Fräsprogramme sollten daher nicht gespiegelt abgearbeitet werden!

Hinweis

Um saubere Fräskanten mit rechtsdrehenden Fräswerkzeugen zu erzielen, beachten Sie folgende Regel:

- ▶ **Linke Abbildung:** Eine Ausfräsung erfolgt im Uhrzeigersinn.
 - ▶ **Rechte Abbildung:** Eine Fräsung entlang der Außenbahn erfolgt gegen den Uhrzeigersinn.
-



Absolute/Inkrementale Interpretation

Fräskonturen 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. Andernfalls erfolgt eine Fehlermeldung.

Frässtrecke im Unterprogramm

Ein Unterprogramm kann Fräskonturen enthalten. Am Ende eines Unterprogramms wird die Fräskontur automatisch abgeschlossen (entspricht dem Befehl T0).

Fräsparameter

Die notwendigen Fräsparameter für Werkzeuge (Eintauchgeschwindigkeit, Rückzuggeschwindigkeit, Drehzahl, max. Standzeit) entnehmen Sie den Unterlagen des Werkzeugherstellers. Die Werte werden in der Werkzeuggesteuerertabelle eingetragen.

Standzeitüberwachung

Die zulässige Standzeit der Werkzeuge definieren Sie in der Werkzeuggesteuerertabelle.

- ▶ Nach Erreichen der zulässigen Standzeit erfolgt automatisch ein Werkzeugwechsel.
- ▶ Die aktuelle Standzeit eines Werkzeugs kann ebenfalls in der Werkzeuggesteuerertabelle angepasst werden.
- ▶ Für unterschiedliche Materialien und für das Ausspänen können außerdem Faktoren für die Standzeitmessung definiert werden.

Werkzeugvermessung

Abhängig von der Maschinenausstattung und Konfiguration erfolgt nach der Werkzeugaufnahme eine Vermessung des Werkzeugs.

- ▶ Die Längenvermessung (absolut und relativ) erfolgt in einem Messvorgang.
 - Absolute Länge = Abweichung der tatsächlichen Werkzeuglänge von einem ideal eingespannten Werkzeug
 - Relative Länge = Distanz von der Niederhalterunterkante zur Werkzeugspitze
- ▶ In einem weiteren Messvorgang können dann Durchmesser und Rundlaufabweichung ermittelt werden:
 - Durchmesser: Der gemessene Durchmesser dient zur Überwachung, ob das korrekte Werkzeug aufgenommen wurde.
 - Rundlaufabweichung: Schwingt ein Werkzeug zu stark, kann dies auf eine verschmutzte Spindelzange hindeuten.

Konfiguration

Abhängig von der eingesetzten CNC kann der Fräsvorgang durch verschiedene Einstellungen beeinflusst werden. Nähere Informationen entnehmen Sie den Anleitungen zu Ihrer Steuerung.

3.1 Fräsmuster

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen Fräsbahnen im Teilprogramm programmiert werden (Gerade, Kreisbogen, Kreis usw.).

G1: Gerade fräsen

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G1	Gerade fräsen	
Argument	Beschreibung	
xy	Endpunkt der Frässtrecke	

Voraussetzung

Am Anfang einer Fräskontur muss ein T0-Block programmiert sein.

Mit dem G1-Befehl wird eine Gerade gefräst. Die G1-Funktion bleibt aktiv bis zum nächsten programmierten T0-Block oder bis eine andere Fräsfunktion programmiert ist.

- ▶ Ist mindestens eine der beiden XY-Koordinaten nicht definiert, gilt der zuletzt gültige X- und/oder Y-Wert.
- ▶ 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

Es wird eine Fräskontur gefräst, die aus zwei geraden Teilstrecken besteht.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

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

Anfangspunkt der Frässtrecke. Nach einem eventuell notwendigen Werkzeugwechsel auf T5 wird die Position mit hochgezogener Z-Achse angefahren.

```
X50.Y20.G1 F1.
```

Endpunkt der 1. Frässtrecke. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und fräst zum Endpunkt der Geraden.

```
X90.Y60.
```

Endpunkt der 2. Frässtrecke. Die G1-Funktion bleibt wirksam.

```
X90.Y60.T0
```

Endpunkt der Fräskontur. Die Z-Achse wird hochgezogen.

Da keine Fräserradiuskompensation eingeschaltet ist, befindet sich die Fräsbahn direkt auf der programmierten Linie.

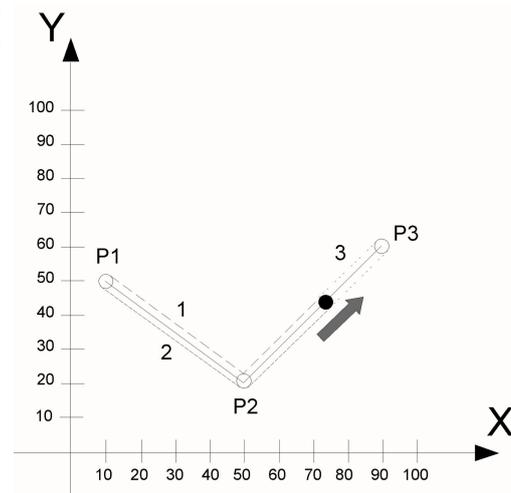


Abb. 23: Gefräste Gerade

Verwandte Themen

[F: Fräsgeschwindigkeit, Seite 63](#)

[G11: Streckenabhängige Fertigfräsfunktion, Seite 66](#)

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

[T: Werkzeugwechsel, Seite 123](#)

G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G2 Rr	(Ab Format 3000) Kreisbogen mit Radiusangabe im Uhrzeigersinn fräsen	
XxYy G2 IiJj	Kreisbogen mit Ii und Jj im Uhrzeigersinn fräsen	
Argument	Beschreibung	
xy	Endpunkt der Frässtrecke	
r	Radius des Kreisbogens (z. B. R20.; R-17.5)	
i	X-Komponente des Radius (z. B. I25.J-3.; I-17.5J12.).	
j	Y-Komponente des Radius (z. B. I25.J-3.; I-17.5J12.).	

Voraussetzung

Am Anfang einer Fräskontur muss ein T0-Block programmiert sein.

Mit dem Befehl G2 wird ein Kreisbogen im Uhrzeigersinn (gilt für FV1) gefräst. Die G2-Funktion bleibt aktiv bis zum nächsten programmierten T0-Block oder bis eine andere Fräsfunktion programmiert ist.

Für den Programmbefehl gilt Folgendes:

- ▶ Ist mindestens eine der beiden XY-Koordinaten nicht definiert, gilt der zuletzt gültige X- und/oder Y-Wert.
- ▶ Zusätzlich wird der Radius des Kreisbogens r oder optional der Kreismittelpunkt mit den Parametern Ii und Jj definiert, der die Anfangs- und Endpunkte der Frässtrecke verbindet.

- ▶ 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.
- ▶ Folgende CNC-Befehle beeinflussen den Drehsinn und die Kompensationsrichtung beim Fräsen: CCW, VER, CCWI, ROV1, OCOM und FV. Weitere Informationen entnehmen Sie dem Handbuch CNC 8x.00 – CNC-Befehle.

Der Fräswinkel wird bestimmt durch das Vorzeichen des Radius des Kreisbogens:

- ▶ Ist der Wert positiv, dann ist der Fräswinkel $\leq 180^\circ$.
- ▶ Ist der Wert negativ, dann ist der Fräswinkel $> 180^\circ$.

Fräsrichtung

Die Fräsrichtung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion (CNC-Befehl FV).

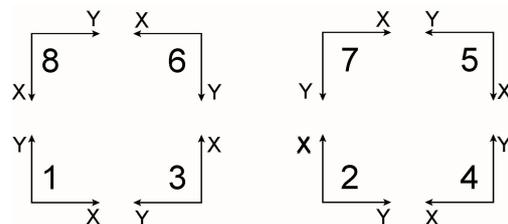


Abb. 24: Achsversionen

Achsversion	Im Uhrzeigersinn	Gegen den Uhrzeigersinn
1, 3, 6, 8	G2	G3
2, 4, 5, 7	G3	G2

Fräswinkel

Der Fräswinkel hängt ab vom Vorzeichen des Radiuswertes.

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

Linke Abbildung: Der Winkel α ist kleiner als 180° : Der Parameter R muss positiv definiert werden.

Rechte Abbildung: Der Winkel α ist größer als 180° : Der Parameter R muss negativ definiert werden.

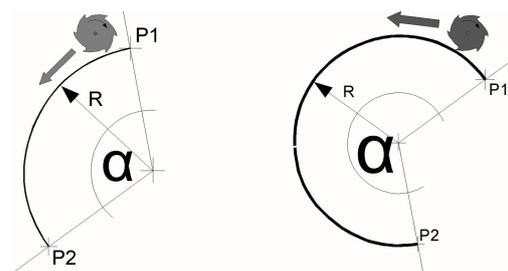


Abb. 25: Fräswinkel

Beispiel

Es soll eine Fräskontur gefräst werden, die aus drei Kreisbahnen besteht.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X30.Y50.T0 T5
```

Anfangspunkt der Frässtrecke. Nach einem eventuell notwendigen Werkzeugwechsel auf T5 wird die Position mit hochgezogener Z-Achse angefahren.

```
X40.Y50.G2 R15. F1.2
```

Endpunkt der 1. Frässtrecke. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und fräst zum Endpunkt des Kreisbogens.

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

Endpunkt der 2. Frässtrecke. Die G2-Funktion bleibt wirksam.

```
X60.Y50.G3
```

Endpunkt der 3. Frässtrecke. Als Fräsfunktion wirkt nun der G3-Befehl.

```
X60.Y50.T0
```

Endpunkt der Fräskontur. Die Z-Achse wird hochgezogen.

Auch mit eingeschalteter Fräserradiuskompensation werden komplexe Fräskonturen ohne Materialbeschädigung gefräst.

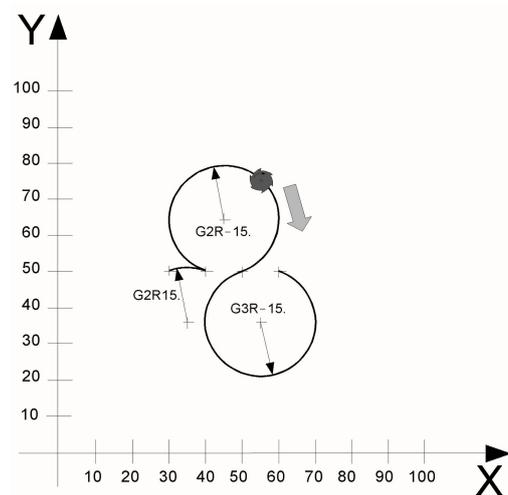


Abb. 26: Fräskontur aus drei miteinander verbundenen Kreisbögen

Verwandte Themen

[D: Ecke runden, Seite 61](#)

[E: Fräsgeschwindigkeit, Seite 63](#)

[G11: Streckenabhängige Fertigfräsfunktion, Seite 66](#)

[G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen, Seite 43](#)

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

[I: Interpolationsparameter I für Fräsbefehle, Seite 116](#)

[J: Interpolationsparameter J für Fräsbefehle, Seite 118](#)

[R: Parameter für Fräsbefehle, Seite 122](#)

[T: Werkzeugwechsel, Seite 123](#)

G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G3 Rr	(Ab Format 3000) Kreisbogen mit Radiusangabe gegen den Uhrzeigersinn fräsen	
XxYy G3 IiJj	Kreisbogen mit Ii und Jj gegen den Uhrzeigersinn fräsen	

Argument	Beschreibung
xy	Endpunkt der Frässtrecke
r	Radius des Kreisbogens (z. B. R20.; R-17.5)
i	X-Komponente des Radius (z. B. I25.J-3.; I-17.5J12.).
j	Y-Komponente des Radius (z. B. I25.J-3.; I-17.5J12.).

Voraussetzung

Am Anfang einer Fräskontur muss ein T0-Block programmiert sein.

Mit dem Befehl G3 wird ein Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn (gilt für FV1) gefräst. Die G3-Funktion bleibt aktiv bis zum nächsten programmierten T0-Block oder bis eine andere Fräsfunktion programmiert ist.

Für den Programmbefehl gilt Folgendes:

- ▶ Ist mindestens eine der beiden XY-Koordinaten nicht definiert, gilt der zuletzt gültige X- und/oder Y-Wert.
- ▶ Zusätzlich wird der Radius des Kreisbogens r oder optional der Kreismittelpunkt mit den Parametern Ii und Jj definiert, der die Anfangs- und Endpunkte der Frässtrecke verbindet.
- ▶ 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.
- ▶ Folgende CNC-Befehle beeinflussen den Drehsinn und die Kompensationsrichtung beim Fräsen: CCW, VER, CCWI, ROV1, OCOM und FV. Weitere Informationen entnehmen Sie dem Handbuch CNC 8x.00 – CNC-Befehle.

Der Fräswinkel wird bestimmt durch das Vorzeichen des Radius des Kreisbogens:

- ▶ Ist der Wert positiv, dann ist der Fräswinkel $\leq 180^\circ$.
- ▶ Ist der Wert negativ, dann ist der Fräswinkel $> 180^\circ$.

Fräsrichtung

Die Fräsrichtung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion (CNC-Befehl FV).

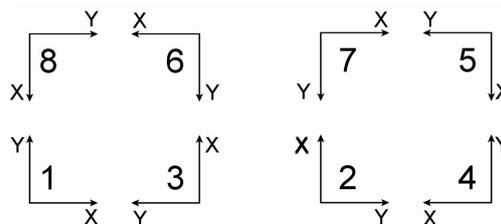


Abb. 27: Achsversionen

Achsversion	Im Uhrzeigersinn	Gegen den Uhrzeigersinn
1, 3, 6, 8	G2	G3
2, 4, 5, 7	G3	G2

Fräswinkel

Der Fräswinkel hängt ab vom Vorzeichen des Radiuswertes.

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

Linke Abbildung: Der Winkel α ist kleiner als 180° : Der Parameter R muss positiv definiert werden.

Rechte Abbildung: Der Winkel α ist größer als 180° : Der Parameter R muss negativ definiert werden.

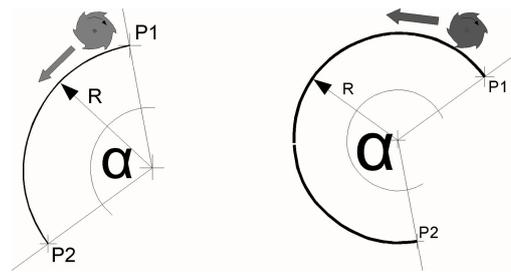


Abb. 28: Fräswinkel

Beispiel

Es soll eine Fräskontur gefräst werden, die aus drei Kreisbahnen besteht.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X30.Y50.T0 T5
```

```
X40.Y50.G2 R15. F1.2
```

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

```
X60.Y50.G3
```

```
X60.Y50.T0
```

Anfangspunkt der Frässtrecke. Nach einem eventuell notwendigen Werkzeugwechsel auf T5 wird die Position mit hochgezogener Z-Achse angefahren.

Endpunkt der 1. Frässtrecke. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und fräst zum Endpunkt des Kreisbogens.

Endpunkt der 2. Frässtrecke. Die G2-Funktion bleibt wirksam.

Endpunkt der 3. Frässtrecke. Als Fräsfunktion wirkt nun der G3-Befehl.

Endpunkt der Fräskontur. Die Z-Achse wird hochgezogen.

Auch mit eingeschalteter Fräserradiuskompensation werden komplexe Fräskonturen ohne Materialbeschädigung gefräst.

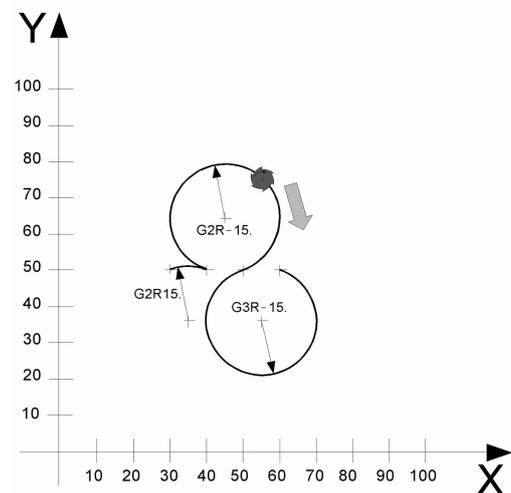


Abb. 29: Fräskontur aus drei miteinander verbundenen Kreisbögen

Verwandte Themen

[D: Ecke runden, Seite 61](#)

[F: Fräsgeschwindigkeit, Seite 63](#)

[G11: Streckenabhängige Fertigfräsfunktion, Seite 66](#)

[G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen, Seite 41](#)

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

[I: Interpolationsparameter I für Fräsbefehle, Seite 116](#)

[J: Interpolationsparameter J für Fräsbefehle, Seite 118](#)

[R: Parameter für Fräsbefehle, Seite 122](#)

[T: Werkzeugwechsel, Seite 123](#)

G45: Vollkreis gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G45 Rr	Vollkreis mit Radiusangabe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen	
Argument	Beschreibung	
xy	XY-Koordinaten des Kreismittelpunktes	
r	Radius des Kreises	
	nur positive Werte zulässig	

Mit dem Befehl G45 wird ein Vollkreis gegen den Uhrzeigersinn (gilt für FV1) ausgefräst.

Für den Befehl gilt Folgendes:

- ▶ Die Wirkungsweise des Befehls ist abhängig von der eingeschalteten Achsversion (CNC-Befehl FV).
- ▶ Der Fräserradius wird automatisch nach innen kompensiert.
- ▶ Den Einstichpunkt ermittelt die CNC automatisch.
- ▶ Kurz vor Ende der Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt.
- ▶ Die Fertigfräsfunktion G11 wird ignoriert.
- ▶ Um eine saubere Fräskante zu erzielen, muss der Vollkreis im Uhrzeigersinn ausgefräst werden.
- ▶ Ist zusätzlich der Befehl G43 oder der CNC-Befehl ROUT,A programmiert, wird die Fläche des Kreises vollständig zerspant.

Fräsrichtung

Die Fräsrichtung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion

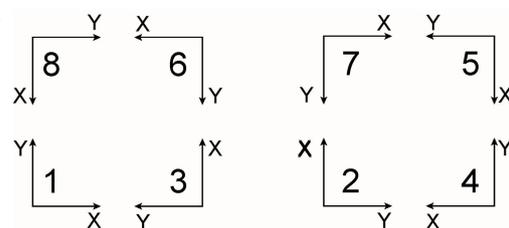


Abb. 30: Achsversion

Achsversion	Im Uhrzeigersinn	Gegen den Uhrzeigersinn
1, 3, 6, 8	G46	G45
2, 4, 5, 7	G45	G46

Einstichpunkt berechnen

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	G46
$X_{\text{Einstich}} = x + 0.707 \times (r/2 - FD/4)$	$X_{\text{Einstich}} = x - 0.707 \times (r/2 - FD/4)$
$Y_{\text{Einstich}} = y + 1.707 \times (r/2 - FD/4)$	$Y_{\text{Einstich}} = y + 1.707 \times (r/2 - FD/4)$

Parameter	Erklärung
xy	Kreismitelpunkt
r	Radius
FD	Fräserdurchmesser

Der Einstichpunkt befindet sich im Innenbereich, um beim Eintauchen des Fräasers eine Beschädigung des Lochrandes zu verhindern.

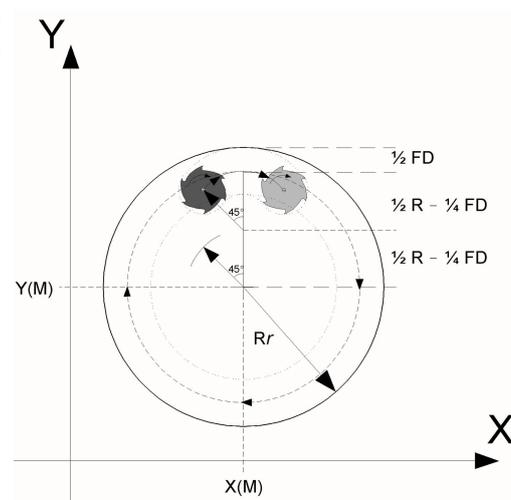


Abb. 31: Fräsbahn einer Innenausfräsung

Beispiel: Vollkreise ausfräsen

Es sollen zwei Vollkreise gefräst werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X35.Y50.T0 T5	Mittelpunkt des 1. Vollkreises. Nach einem eventuell notwendigen Werkzeugwechsel auf T5 wird die Position mit hochzogener Z-Achse angefahren.
X35.Y50.G46R20. F1.2	Mittelpunkt des 1. Vollkreises. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und fräst die Kontur vollständig aus.
X75.Y30.R15.	Mittelpunkt des 2. Vollkreises. Die G46-Funktion bleibt wirksam.
X75.Y30.T0	Mittelpunkt des 2. Vollkreises. Die Z-Achse wird hochgezogen.

Beispiel: Einstichpunkt berechnen

Für das obige Beispiel wird der Einstichpunkt für den 1. Vollkreis berechnet.

- ▶ $X_{\text{Einstich1}} = 35.0 - 0.707 \times (20.0/2 - 2.00/4) = 28.283$
- ▶ $Y_{\text{Einstich1}} = 50.0 + 1.707 \times (20.0/2 - 2.00/4) = 66.217$

Verwandte Themen

[G40: Fräseradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

[G43: Fläche des Fertigmusters vollständig zerspanen, Seite 67](#)

[G46: Vollkreis im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 48](#)

[R: Parameter für Fräsbefehle, Seite 122](#)

G46: Vollkreis im Uhrzeigersinn ausfräsen

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G46 Rr	Vollkreis mit Radiusangabe im Uhrzeigersinn ausfräsen	
Argument	Beschreibung	
xy	Koordinaten des Kreismittelpunktes	
r	Radius des Kreises	
	nur positive Werte zulässig	

Mit dem Befehl G45 wird ein Vollkreis im Uhrzeigersinn (gilt für FV1) ausgefräst.

Für den Befehl gilt Folgendes:

- ▶ Die Wirkungsweise des Befehls ist abhängig von der eingeschalteten Achsversion (CNC-Befehl FV).
- ▶ Der Fräserradius wird automatisch nach innen kompensiert.
- ▶ Den Einstichpunkt ermittelt die CNC automatisch.
- ▶ Kurz vor Ende der Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt.
- ▶ Die Fertigfräsfunktion G11 wird ignoriert.
- ▶ Um eine saubere Fräskante zu erzielen, muss der Vollkreis im Uhrzeigersinn ausgefräst werden.
- ▶ Ist zusätzlich der Befehl G43 oder der CNC-Befehl ROUT,A programmiert, wird die Fläche des Kreises vollständig zerspant.

Fräsrichtung

Die Fräsrichtung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion

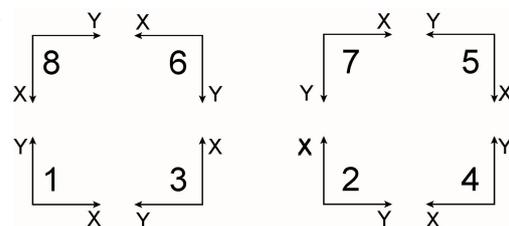


Abb. 32: Achsversion

Achsversion	Im Uhrzeigersinn	Gegen den Uhrzeigersinn
1, 3, 6, 8	G46	G45
2, 4, 5, 7	G45	G46

Einstichpunkt berechnen

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	G46
$X_{\text{Einstich}} = x + 0.707 \times (r/2 - FD/4)$	$X_{\text{Einstich}} = x - 0.707 \times (r/2 - FD/4)$
$Y_{\text{Einstich}} = y + 1.707 \times (r/2 - FD/4)$	$Y_{\text{Einstich}} = y + 1.707 \times (r/2 - FD/4)$

Parameter	Erklärung
xy	Kreismitelpunkt
r	Radius
FD	Fräserdurchmesser

Der Einstichpunkt befindet sich im Innenbereich, um beim Eintauchen des Fräasers eine Beschädigung des Lochrandes zu verhindern.

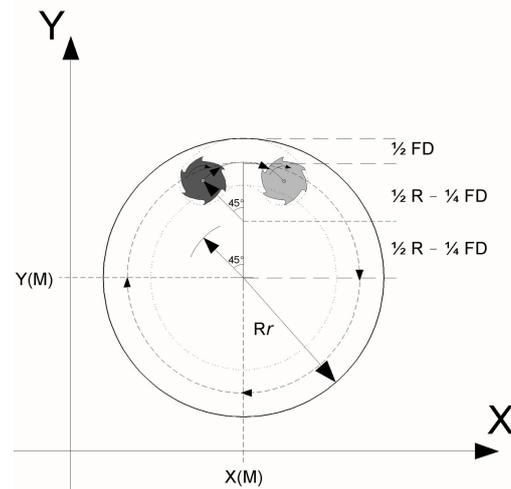


Abb. 33: Fräsbahn einer Innenausfräsung

Beispiel: Vollkreise ausfräsen

Es sollen zwei Vollkreise gefräst werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X35.Y50.T0 T5

Mittelpunkt des 1. Vollkreises. Nach einem eventuell notwendigen Werkzeugwechsel auf T5 wird die Position mit hochgezogener Z-Achse angefahren.

X35.Y50.G46R20.F1.2

Mittelpunkt des 1. Vollkreises. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und fräst die Kontur vollständig aus.

X75.Y30.R15.

Mittelpunkt des 2. Vollkreises. Die G46-Funktion bleibt wirksam.

X75.Y30.T0

Mittelpunkt des 2. Vollkreises. Die Z-Achse wird hochgezogen.

Beispiel: Einstichpunkt berechnen

Für das obige Beispiel wird der Einstichpunkt für den 1. Vollkreis berechnet.

- ▶ $X_{\text{Einstich1}} = 35.0 - 0.707 \times (20.0/2 - 2.00/4) = 28.283$
- ▶ $Y_{\text{Einstich1}} = 50.0 + 1.707 \times (20.0/2 - 2.00/4) = 66.217$

Verwandte Themen

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

[G43: Fläche des Fertigmusters vollständig zerspanen, Seite 67](#)

[G45: Vollkreis gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 46](#)

[R: Parameter für Fräsbefehle, Seite 122](#)

G47: Runde Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G47 Rr	Runde Scheibe mit Radiusangabe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen	
Argument	Beschreibung	
xy	Koordinaten des Kreismittelpunkts	
r	Radius des Kreises	

Mit dem Befehl G47 wird eine runde Scheibe mit einem Radius Rr gegen den Uhrzeigersinn (gilt für FV1) ausgefräst. Der Mittelpunkt wird durch die angegebenen XY-Koordinaten definiert.

Für den Befehl gilt Folgendes:

- ▶ Die Wirkungsweise des Befehls ist abhängig von der eingeschalteten Achsversion (CNC-Befehl FV).
- ▶ Der Fräserradius wird automatisch nach außen kompensiert.
- ▶ Den Einstichpunkt ermittelt die CNC automatisch.
- ▶ Die Fertigfräsfunktion G11 wird berücksichtigt, wenn sie programmiert ist.
- ▶ Um eine saubere Fräskante zu erzielen, muss die Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausgefräst werden.

Fräsrichtung

Die Fräsrichtung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion.

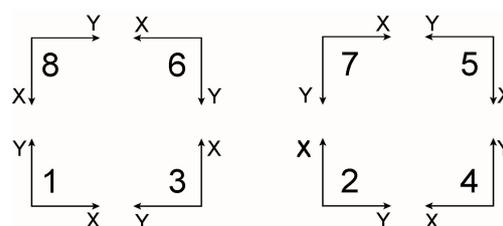


Abb. 34: Achsversion

Achsversion	Im Uhrzeigersinn	Gegen den Uhrzeigersinn
1, 3, 6, 8	G48	G47
2, 4, 5, 7	G47	G48

Einstichpunkt berechnen

Der Fräser sticht im Außenbereich der Scheibe ein und fährt zum Rand des Kreises. Zum Vorbohren errechnet sich die Einstichstelle wie folgt:

G47	G48
$X_{\text{Einstich}} = x - (r + FD/2)$	$X_{\text{Einstich}} = x - (r + FD/2)$
$Y_{\text{Einstich}} = y + FD/2$	$Y_{\text{Einstich}} = y - FD/2$

Parameter	Erklärung
xy	Kreismittpunkt
r	Radius
FD	Fräserdurchmesser

Der Einstichpunkt befindet sich so dicht wie möglich am Lochrand.

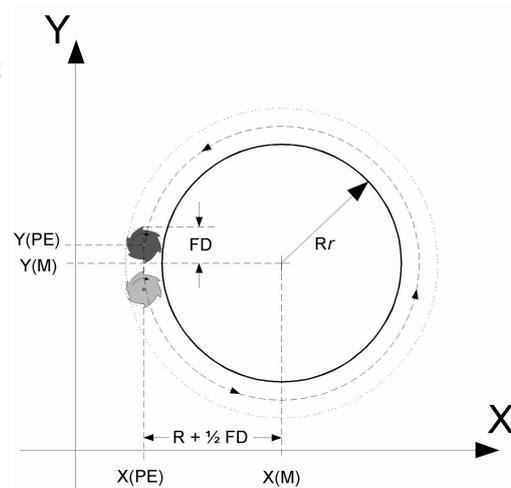


Abb. 35: Fräsung entlang der Außenbahn

Beispiel: Runde Scheiben ausfräsen

Es sollen zwei runde Scheiben ausgefräst werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X35.Y50.T0 T2

Mittelpunkt der 1. Scheibe. Nach einem eventuell notwendigen Werkzeugwechsel auf T5 wird die Position mit hochgezogener Z-Achse angefahren.

X35.Y50.G47R20. F1.2

Mittelpunkt der 1. Scheibe. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und fräst die Kontur vollständig aus.

X75.Y30.R15.

Mittelpunkt der 2. Scheibe. Die G47-Funktion bleibt wirksam.

X75.Y30.T0

Mittelpunkt der 2. Scheibe. Die Z-Achse wird hochgezogen.

Beispiel: Einstichpunkt berechnen

Für das obige Beispiel wird der Einstichpunkt für die 1. Scheibe berechnet.

- ▶ $X_{\text{Einstich1}} = 35.0 - (20.0 + 2.00/2) = 14.0$
- ▶ $Y_{\text{Einstich1}} = 50.0 + (2.00/2) = 51.0$

Verwandte Themen

[F: Fräsengeschwindigkeit, Seite 63](#)

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

[G48: Runde Scheibe im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 52](#)

[R: Parameter für Fräsbefehle, Seite 122](#)

G48: Runde Scheibe im Uhrzeigersinn ausfräsen

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G48 Rr	Runde Scheibe mit Radiusangabe im Uhrzeigersinn ausfräsen	
Argument	Beschreibung	
xy	Koordinaten des Kreismittelpunkts	
r	Radius des Kreises	

Mit dem Befehl G48 wird eine runde Scheibe mit einem Radius Rr im Uhrzeigersinn (gilt für FV1) ausgefräst. Der Mittelpunkt wird durch die angegebenen XY-Koordinaten definiert.

Für den Befehl gilt Folgendes:

- ▶ Die Wirkungsweise des Befehls ist abhängig von der eingeschalteten Achsversion (CNC-Befehl FV).
- ▶ Der Fräserradius wird automatisch nach außen kompensiert.
- ▶ Den Einstichpunkt ermittelt die CNC automatisch.
- ▶ Die Fertigfräsfunktion G11 wird berücksichtigt, wenn sie programmiert ist.
- ▶ Um eine saubere Fräskante zu erzielen, muss die Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausgefräst werden.

Fräsrichtung

Die Fräsrichtung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion.

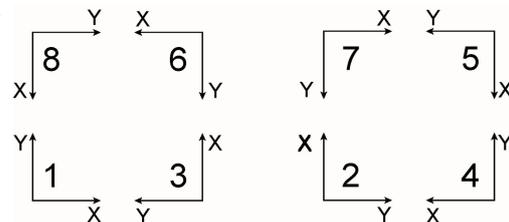


Abb. 36: Achsversion

Achsversion	Im Uhrzeigersinn	Gegen den Uhrzeigersinn
1, 3, 6, 8	G48	G47
2, 4, 5, 7	G47	G48

Einstichpunkt berechnen

Der Fräser sticht im Außenbereich der Scheibe ein und fährt zum Rand des Kreises. Zum Vorbohren errechnet sich die Einstichstelle wie folgt:

G47	G48
$X_{\text{Einstich}} = x - (r + FD/2)$	$X_{\text{Einstich}} = x - (r + FD/2)$
$Y_{\text{Einstich}} = y + FD/2$	$Y_{\text{Einstich}} = y - FD/2$

Parameter	Erklärung
xy	Kreismittelpunkt
r	Radius
FD	Fräserdurchmesser

Der Einstichpunkt befindet sich so dicht wie möglich am Lochrand.

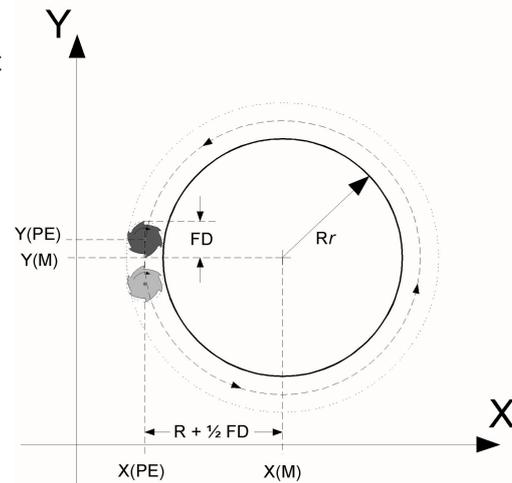


Abb. 37: Fräsung entlang der Außenbahn

Verwandte Themen

[F: Fräsgeschwindigkeit, Seite 63](#)

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

[G47: Runde Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 50](#)

[R: Parameter für Fräsbefehle, Seite 122](#)

G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G49 Rr	Quadrat gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen mit Angabe der Seitenlänge Rr	
XxYy G49 li Jj	Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen mit Angabe der Seitenlängen li und Jj	
Argument	Beschreibung	
xy	Mittelpunkt des Rechtecks/Quadrats	
r	Seitenlänge eines Quadrats	
i	Seitenlänge eines Rechtecks in X-Richtung	
j	Seitenlänge eines Rechtecks in Y-Richtung	

Mit dem Befehl G49 wird ein rechteckiges Loch gegen den Uhrzeigersinn ausgefräst. Die Seitenlängen werden mit den entsprechenden Parametern definiert.

Für diesen Befehl gilt Folgendes:

- ▶ Die Wirkungsweise der Befehle ist abhängig von der eingeschalteten Achsversion (CNC-Befehl FV).
- ▶ Der Fräserradius wird automatisch kompensiert.
- ▶ Den Einstichpunkt ermittelt die CNC automatisch.
- ▶ Die Fertigfräsfunktion G11 wird ignoriert.
- ▶ Kurz vor Ende der Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt.
- ▶ Ist zusätzlich der Befehl G43 oder der CNC-Befehl ROUT,A programmiert, wird die Fläche des Rechtecks vollständig zerspant.

- Um eine saubere Fräskante zu erzielen, muss das Rechteck im Uhrzeigersinn ausgefräst werden.

Fräsrichtung

Die Fräsrichtung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion.

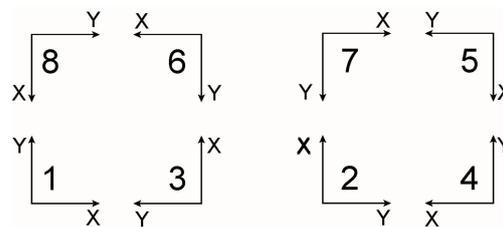


Abb. 38: Achsversion

Einstichpunkt berechnen

Achsversion	Im Uhrzeigersinn	Gegen den Uhrzeigersinn
1, 3, 6, 8	G50	G49
2, 4, 5, 7	G49	G50

Der Fräser sticht im Innenbereich des Rechtecks ein und fährt zum Rand des Rechtecks. Zum Vorbohren errechnet sich die Einstichstelle wie folgt:

G49	G50
$X_{\text{Einstich}} = x$	$X_{\text{Einstich}} = x$
$Y_{\text{Einstich}} = y + j/4 - FD/4$	$Y_{\text{Einstich}} = y + j/4 - FD/4$

Parameter	Erklärung
xy	Mittelpunkt des Rechtecks
j	Seitenlänge in Y-Richtung
FD	Fräserdurchmesser

Der Einstichpunkt befindet sich im Innenbereich, um beim Eintauchen des Fräasers eine Beschädigung des Lochrandes zu verhindern.

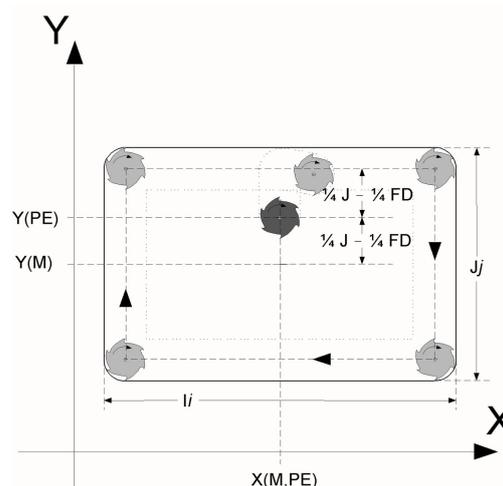


Abb. 39: Rechteck ausfräsen

Verwandte Themen

[F: Fräsgeschwindigkeit, Seite 63](#)

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

[G43: Fläche des Fertigmusters vollständig zerspanen, Seite 67](#)

[G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 55](#)

[I: Interpolationsparameter I für Fräsbefehle, Seite 116](#)

[J: Interpolationsparameter J für Fräsbefehle, Seite 118](#)

[R: Parameter für Fräsbefehle, Seite 122](#)

G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G50 Rr	Quadrat im Uhrzeigersinn ausfräsen mit Angabe der Seitenlänge Rr	
XxYy G50 li Jj	Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen mit Angabe der Seitenlängen li und Jj	
Argument	Beschreibung	
xy	Mittelpunkt des Rechtecks/Quadrats	
r	Seitenlänge eines Quadrats	
i	Seitenlänge eines Rechtecks in X-Richtung	
j	Seitenlänge eines Rechtecks in Y-Richtung	

Mit dem Befehl G50 wird ein rechteckiges Loch im Uhrzeigersinn ausgefräst. Die Seitenlängen werden mit den entsprechenden Parametern definiert.

Für diesen Befehl gilt Folgendes:

- ▶ Die Wirkungsweise der Befehle ist abhängig von der eingeschalteten Achsversion (CNC-Befehl FV).
- ▶ Der Fräserradius wird automatisch kompensiert.
- ▶ Den Einstichpunkt ermittelt die CNC automatisch.
- ▶ Die Fertigfräsfunktion G11 wird ignoriert.
- ▶ Kurz vor Ende der Frässtrecke wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt.
- ▶ Ist zusätzlich der Befehl G43 oder der CNC-Befehl ROU,T,A programmiert, wird die Fläche des Rechtecks vollständig zerspannt.
- ▶ Um eine saubere Fräskante zu erzielen, muss das Rechteck im Uhrzeigersinn ausgefräst werden.

Fräsrichtung

Die Fräsrichtung der Fräsbefehle ist abhängig von der Achsversion.

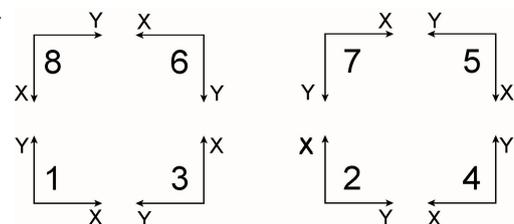


Abb. 40: Achsversion

Einstichpunkt berechnen

Achsversion	Im Uhrzeigersinn	Gegen den Uhrzeigersinn
1, 3, 6, 8	G50	G49
2, 4, 5, 7	G49	G50

Der Fräser sticht im Innenbereich des Rechtecks ein und fährt zum Rand des Rechtecks. Zum Vorbohren errechnet sich die Einstichstelle wie folgt:

G49	G50
$X_{\text{Einstich}} = x$	$X_{\text{Einstich}} = x$
$Y_{\text{Einstich}} = y + j/4 - FD/4$	$Y_{\text{Einstich}} = y + j/4 - FD/4$

Parameter	Erklärung
xy	Mittelpunkt des Rechtecks
j	Seitenlänge in Y-Richtung
FD	Fräserdurchmesser

Der Einstichpunkt befindet sich im Innenbereich, um beim Eintauchen des Fräasers eine Beschädigung des Lochrandes zu verhindern.

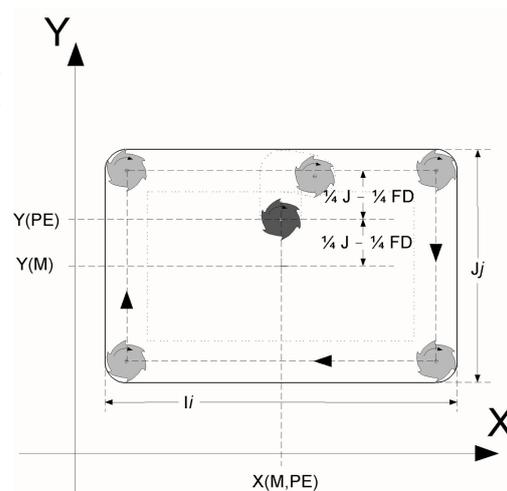


Abb. 41: Rechteck ausfräsen

Beispiel: Rechtecke ausfräsen

Es sollen zwei Rechtecke ausgefräst werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X30.Y50.T0 T5
```

Mittelpunkt des 1. Rechtecks. Nach einem eventuell notwendigen Werkzeugwechsel auf T5 wird die Position mit hochgezogener Z-Achse angefahren.

```
X30.Y50.G50I40.J30.F1.2
```

Mittelpunkt des 1. Rechtecks. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und fräst die Kontur vollständig aus.

```
X75.Y50.R40.
```

Mittelpunkt des 2. Rechtecks. Die G50-Funktion bleibt wirksam.

```
X75.Y50.T0
```

Mittelpunkt des 2. Rechtecks. Die Z-Achse wird hochgezogen.

Beispiel: Einstichpunkt berechnen

Für das obige Beispiel wird der Einstichpunkt für die 1. Scheibe berechnet.

- ▶ $X_{\text{Einstich1}} = 30.0$
- ▶ $Y_{\text{Einstich1}} = 50.0 + 30.0/4 - 2.00/4 = 57.0$

Verwandte Themen

- [F: Fräsengeschwindigkeit, Seite 63](#)
- [G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)
- [G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)
- [G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)
- [G43: Fläche des Fertigmusters vollständig zerspanen, Seite 67](#)
- [G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 53](#)
- [I: Interpolationsparameter I für Fräsbefehle, Seite 116](#)
- [J: Interpolationsparameter J für Fräsbefehle, Seite 118](#)
- [R: Parameter für Fräsbefehle, Seite 122](#)

3.2 Fräserradiuskompensation

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen die Fräserradiuskompensation im Teileprogramm programmiert wird.

G40: Fräserradiuskompensation ausschalten

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G40	Fräserradiuskompensation ausschalten	
Argument	Beschreibung	
xy	Endpunkt der Frässtrecke	

Mit dem Befehl G40 werden die durch G41 oder G42 aktivierten Kompensationen ausgeschaltet. Die Fräsermitte wird exakt auf der programmierten Kontur entlang geführt. Die Fräserradiuskompensation bleibt solange ausgeschaltet, bis ein G41- oder G42-Befehl im Teileprogramm erfolgt.

Wenn der CNC-Befehl ACCM geschaltet ist, bleibt die mit ACCM definierte Korrektur weiterhin gültig.

Hinweis

Funktionen, die mit den Befehlen G45, G46, G47, G48, G49 und G50 programmiert sind, können nicht mit G40 ausgeschaltet werden. Sie werden weiterhin kompensiert abgearbeitet.

Verwandte Themen

- [G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)
- [G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

G41: Fräserradiuskompensation links einschalten

1000	3000	5000
•	•	•

Befehl	Beschreibung
XxYy G41	Fräserradiuskompensation links in Fräsrichtung einschalten

Argument	Beschreibung
xy	Endpunkt der Frässtrecke

Mit dem Befehl G41 wird die Fräserradiuskompensation links in Fräsrichtung eingeschaltet. Das Fräswerkzeug wird beim Fräsen um den halben Werkzeugdurchmesser kompensiert links an der programmierten Kontur entlang geführt.

Für den Befehl gilt Folgendes:

- ▶ Der Befehl wirkt nur am Anfang einer Fräskontur.
- ▶ Die Fräserradiuskompensation berücksichtigt während des Fräsens den Werkzeugparameter D (Durchmesser).
- ▶ Die tatsächliche Fräsbahn verläuft parallel versetzt neben der programmierten Fräsbahn.
- ▶ Ein Wechsel der Kompensationsrichtung innerhalb einer Fräsung ist nicht sinnvoll und kann zu fehlerhaften Fräsergebnissen führen.
- ▶ Die Fräserradiuskompensation bleibt eingeschaltet
 - bis zum nächsten Kompensationsbefehl oder
 - bis zum G40-Befehl oder
 - bis zum T0-Befehl.

Kompensationsrichtung

Die Richtung der Fräserradiuskompensation hängt ab von der Achsversion.

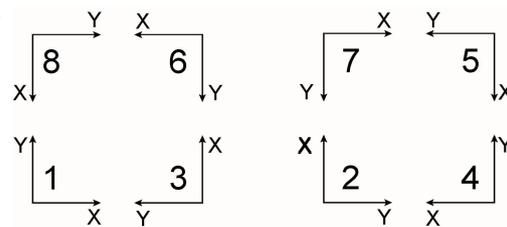


Abb. 42: Achsversionen

Achsversion	In Fräsrichtung rechts	In Fräsrichtung links
1, 3, 6, 8	G42	G41
2, 4, 5, 7	G41	G42

Hinweis

Um saubere Fräskanten zu erhalten, beachten Sie folgende Regeln:

- ▶ Eine Ausfräsung erfolgt **im Uhrzeigersinn**.
- ▶ Eine Fräsung entlang der Außenbahn erfolgt **gegen den Uhrzeigersinn**.

Unter Beachtung der obigen Regeln gilt, dass bei einem rechtsdrehenden Fräswerkzeug nur die Fräserradiuskompensation in Fräsrichtung nach rechts sinnvoll ist.

CNC-Befehle

- ▶ Ist der CNC-Befehl INDX,D geschaltet, wird die Wirkung der Kompensationsbefehle G41 und G42 umgekehrt.
- ▶ (Ab Softwareversion 21.01.001) Sind die CNC-Befehle INDX,D und INDX,I beide geschaltet und negative Durchmesserwerte in der Indextabelle enthalten, wird die Wirkung der Kompensationsbefehle G41 und G42 nicht umgekehrt.

Verwandte Themen

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten, Seite 59](#)

G42: Fräserradiuskompensation rechts einschalten

1000	3000	5000
•	•	•

Befehl	Beschreibung
XxYy G42	Fräserradiuskompensation rechts in Fräsrichtung einschalten

Argument	Beschreibung
xy	Endpunkt der Frässtrecke

Mit dem Befehl G42 wird die Fräserradiuskompensation rechts in Fräsrichtung eingeschaltet. Das Fräswerkzeug wird beim Fräsen um den halben Werkzeugdurchmesser kompensiert rechts an der programmierten Kontur entlang geführt.

Für den Befehl gilt Folgendes:

- ▶ Der Befehl wirkt nur am Anfang einer Fräskontur.
- ▶ Die Fräserradiuskompensation berücksichtigt während des Fräsens den Werkzeugparameter D (Durchmesser).
- ▶ Die tatsächliche Fräsbahn verläuft parallel versetzt neben der programmierten Fräsbahn.
- ▶ Ein Wechsel der Kompensationsrichtung innerhalb einer Fräsung ist nicht sinnvoll und kann zu fehlerhaften Fräsergebnissen führen.
- ▶ Die Fräserradiuskompensation bleibt eingeschaltet
 - bis zum nächsten Kompensationsbefehl oder
 - bis zum G40-Befehl oder
 - bis zum T0-Befehl.

Kompensationsrichtung

Die Richtung der Fräserradiuskompensation hängt ab von der Achsversion.

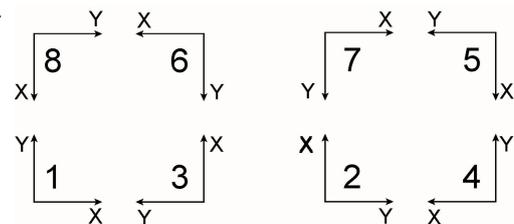


Abb. 43: Achsversionen

Achsversion	In Fräsrichtung rechts	In Fräsrichtung links
1, 3, 6, 8	G42	G41
2, 4, 5, 7	G41	G42

Hinweis

Um saubere Fräskanten zu erhalten, beachten Sie folgende Regeln:

- ▶ Eine Ausfräsung erfolgt **im Uhrzeigersinn**.
- ▶ Eine Fräsung entlang der Außenbahn erfolgt **gegen den Uhrzeigersinn**.

Unter Beachtung der obigen Regeln gilt, dass bei einem rechtsdrehenden Fräswerkzeug nur die Fräserradiuskompensation in Fräsrichtung nach rechts sinnvoll ist.

CNC-Befehle

- ▶ Ist der CNC-Befehl INDX,D geschaltet, wird die Wirkung der Kompensationsbefehle G41 und G42 umgekehrt.
- ▶ (Ab Softwareversion 21.01.001) Sind die CNC-Befehle INDX,D und INDX,I beide geschaltet und negative Durchmesserwerte in der Indextabelle enthalten, wird die Wirkung der Kompensationsbefehle G41 und G42 nicht umgekehrt.

Linke Abbildung: Kompensation an einer Geraden.

Rechte Abbildung: Kompensation an einem Kreisbogen. Die Einstichposition wird von der CNC berechnet. FD = Fräserdurchmesser, FR = Fräsermittelpunktsbahn

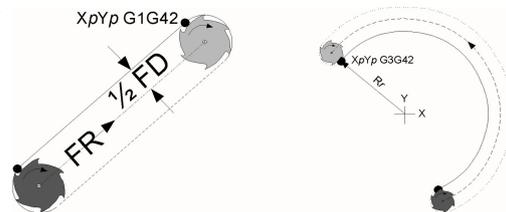


Abb. 44: Fräserradiuskompensation

Beispiel

Es sollen mehrere Schlitzte gefräst werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

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

Anfangspunkt der Frässtrecke. Werkzeugwechsel auf T5 und positionieren auf den Einstichpunkt. Für die Positionierung wird schon die Fräserradiuskompensation der nachfolgenden Programmzeile berücksichtigt.

```
X50.Y30.G1 G42 F1.2
```

Programmierter Endpunkt der 1. Geraden. Durch den G42-Befehl wird die tatsächliche Fräsbahn um den Fräserradius nach rechts versetzt.

```
X60.Y55.G40
```

Endpunkt der 2. Geraden. Mit dem G40-Befehl wird die Fräserradiuskompensation ausgeschaltet und exakt auf der programmierten Bahn gefräst. G1 ist weiterhin aktiv.

```
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 wird die tatsächliche Fräsbahn um den Fräserradius nach rechts versetzt. G1 ist weiterhin aktiv.

```
X85.Y45.T0
```

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

Bedeutung der Linien in der Abbildung:

Eine **durchgezogene Linie** bedeutet eine saubere Fräskante; eine **gestrichelte Linie** bedeutet eine unsaubere Fräskante.

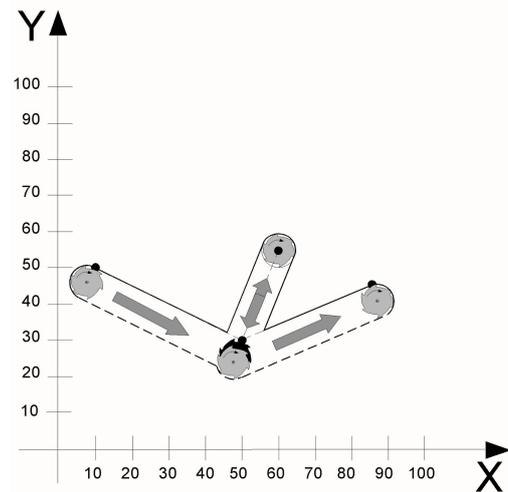


Abb. 45: Betrachtung der Fräskanten

Verwandte Themen

[G40: Fräserradiuskompensation ausschalten, Seite 57](#)

[G41: Fräserradiuskompensation links einschalten, Seite 57](#)

3.3 Fräsbedingungen

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen die Ausführung der Fräsfunktionen beeinflusst werden kann.

D: Ecke runden

1000	3000	5000
-	D1 = 0.001 mm	D1 = 0.001 mm
Befehl	Beschreibung	
XxYy Dr	Ecke runden mit Radiusangabe	
Argument	Beschreibung	
xy	Koordinaten des Schnittpunktes	
r	Radius der gerundeten Ecke	
Nur positive Werte zulässig!		

Mit dem D-Befehl können Ecken gerundet werden.

- ▶ Der D-Wert definiert den Radius des Kreisbogens, mit dem die folgende Ecke gerundet wird.
- ▶ Der D-Befehl wird in der Programmzeile programmiert, deren Frässtrecke am Ende gerundet werden soll!
- ▶ Es ist nur ein positiver Zahlenwert zugelassen.
- ▶ Die Fräsfunktion "Ecke runden" wirkt immer nur für die Programmzeile, in der sie programmiert ist.
- ▶ Der D-Wert muss kleiner sein als die kürzere der angrenzenden Geraden, da sonst eine fehlerhafte Fräskontur entsteht.

Frässtreckenfolge

Tabelle mit den zulässigen Übergängen:

Fräsbahn	Gerade	Kreisbogen
Gerade	●	●
Kreisbogen	●	○

In Verbindung mit der Funktion „Ecke runden“ sind folgende Übergänge zulässig:

- ▶ Linke Abbildung: Gerade – Gerade
- ▶ Mittige Abbildung: Gerade – Kreisbogen
- ▶ Rechte Abbildung: Kreisbogen – Gerade

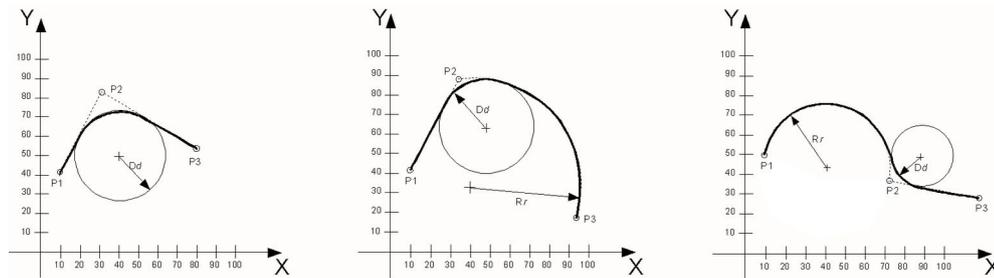


Abb. 46: Zulässige Fräsübergänge

Beispiel

Innerhalb einer Frässtrecke soll der Übergang von einem Kreisbogen auf eine Gerade gerundet werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X10.Y50.T0T5
```

Anfangspunkt der Frässtrecke. Nach einem eventuell notwendigen Werkzeugwechsel auf T5 wird die Position mit hochgezogener Z-Achse angefahren.

```
X70.Y40.G2 D20. F1.2
```

Endpunkt der 1. Frässtrecke. Der Fräser wird auf die Fräsebene abgesenkt und der Fräsvorgang wird gestartet. Vor Erreichen des programmierten Endpunktes wird auf der voraus berechneten gerundeten Ecke weiter gefräst.

```
X30.Y130.G1
```

Endpunkt der 2. Frässtrecke. Die G1-Funktion definiert eine Gerade.

```
X30.Y130.T0
```

Endpunkt der Fräskontur. Die Z-Achse wird hochgezogen.

Der Übergang zwischen einem Kreisbogen und einer Geraden wird abgerundet.

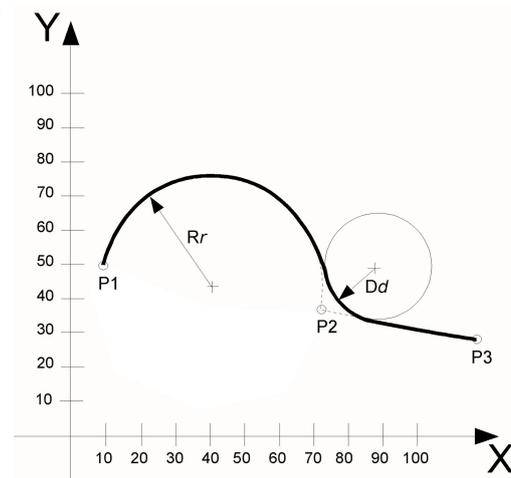


Abb. 47: Gerundete Ecke

Verwandte Themen

[G1: Gerade fräsen, Seite 40](#)

[G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen, Seite 41](#)

[G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen, Seite 43](#)

F: Fräsgeschwindigkeit

1000	3000	5000
F1 = 0.1 m/min	F1 = 0.1 m/min	F1 = 0.001 m/min
Befehl	Beschreibung	
XxYy Ff	Vorschubgeschwindigkeit definieren	
Argument	Beschreibung	
xy	Koordinate, die mit der neuen Vorschubgeschwindigkeit erreicht wird	
f	Vorschubgeschwindigkeit für die XY-Achsen	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Einheit im Format 1000: 0.1 m/min (Der Zahlenwert darf keinen Punkt enthalten!) ▶ Einheit im Format 3000: 0.1 m/min (Der Zahlenwert darf keinen Punkt enthalten!) ▶ Einheit ab Format 5000: 0.001 m/min (Der Zahlenwert darf einen Punkt enthalten!) 	

Mit dem F-Befehl wird die Fräsgeschwindigkeit der XY-Achsen definiert.

- ▶ Die Fräsgeschwindigkeit muss für die erste Fräsung innerhalb eines Teilprogramms definiert werden.
- ▶ Die Einstellung wirkt solange, bis sie durch eine andere Definition ersetzt wird.
- ▶ Die Fräsgeschwindigkeit kann im Teilprogramm jederzeit verändert werden.
- ▶ Ist keine Fräsgeschwindigkeit programmiert, fräst die Maschine mit der vom Maschinenhersteller vorgegebenen Standardgeschwindigkeit.
- ▶ Die Fräsgeschwindigkeit ist nur während des Fräsens wirksam.
- ▶ Bohrkoordinaten werden immer mit der größten Positioniergeschwindigkeit der Maschine angefahren.

Beispiel

Die Fräsgeschwindigkeit wird für die 1. Fräskontur definiert und bleibt für alle Fräskonturen innerhalb des Teilprogramms erhalten.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X30.Y60.T0 T5	Beginn der 1. Fräskontur
X60.Y30.G1 F2.	Positioniergeschwindigkeit = 2.0 m/min
X60.Y30.T0	
(
X60.Y40.T1	Positioniergeschwindigkeit = Maximalgeschwindigkeit
X30.Y40.	
(
X30.Y30.T0 T6	Beginn der 2. Fräskontur
X60.Y60.G1	Positioniergeschwindigkeit = 2.0 m/min
X60.Y60.T0	

Verwandte Themen

[G1: Gerade fräsen, Seite 40](#)

[G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen, Seite 41](#)

[G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen, Seite 43](#)

[G45: Vollkreis gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 46](#)

[G46: Vollkreis im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 48](#)

[G47: Runde Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 50](#)

[G48: Runde Scheibe im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 52](#)

[G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 53](#)

[G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 55](#)

G6: Z-Achse beim Fräsen linear absenken

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy Zz G6	Z-Achse beim Fräsen linear absenken

Argument	Beschreibung
xy	Endpunkt der Frässtrecke
z	Z-Zielebene

Hinweis

Mit dem Parameter Zz des G6-Befehls wird die Arbeitsebene verändert. Daher muss sichergestellt sein, dass für nachfolgende Frässtrecken und Bohrhübe wieder eine korrekte Arbeitsebene definiert wird!

Die Z-Ebene der Fräsbahn verändert sich kontinuierlich.

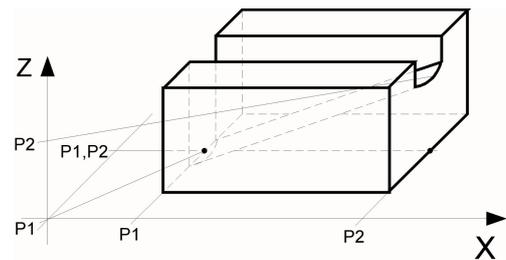


Abb. 48: Rampe fräsen

Mit dem G6-Befehl wird die Z-Achse beim Fräsen linear abgesenkt, sodass eine Rampe gefräst wird.

- ▶ Die programmierte Z-Zielebene bleibt bis zum nächsten Z-Befehl erhalten, sodass auch nachfolgende Bohrungen bis zur neuen Z-Ebene gebohrt werden.
- ▶ Ist der Anfangspunkt der Frässtrecke eine abgerundete Ecke (vorherige Frässtrecke wurde mit dem D-Befehl programmiert), beginnt die Rampe erst am Ende der Rundung.
- ▶ Ist der Endpunkt der Frässtrecke eine abgerundete Ecke (im gleichen Fräsblock mit dem D-Befehl programmiert), endet die Rampe bereits am Beginn der Rundung.

Beispiel

Es soll eine Rampe von 2.0 mm auf 3.5 mm gefräst werden. Für das restliche Teileprogramm gilt eine Arbeitsebene von 1.0 mm.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X..Y..T1 Z1.0
```

Arbeitsebene = 1.0 mm

```
...
```

```
X20.Y40.T0T2Z2.0
```

Arbeitsebene = 2.0 mm (Startebene der Rampe)

```
X70.Y40.G1F.8 G6Z3.5.
```

Arbeitsebene = 3.5 mm (Zielebene der Rampe)

```
X70.Y40. T0
```

Arbeitsebene = 1.0 mm

```
X..Y..T3Z1.0
```

```
...
```

Eine gefräste Rampe kann z. B. für den Anfang/Ende eines Schlitzes sinnvoll sein, wenn der Schlitz zur Aufnahme eines Zubehörteils benötigt wird.

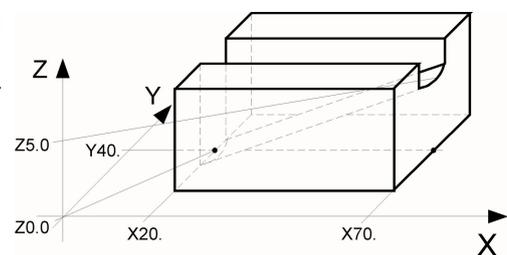


Abb. 49: Gefräste Gerade mit Rampe

Verwandte Themen

[G1: Gerade fräsen, Seite 40](#)

[G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen, Seite 41](#)

[G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen, Seite 43](#)

G11: Streckenabhängige Fertigfräsfunktion

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
Xx Yy G11	Streckenabhängige Fertigfräsfunktion einschalten	

Hinweis

Die Wirkungsweise der Fertigfräsfunktion ist abhängig von der Ausstattung und Konfiguration einer Maschine. Nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers.

Streckenabhängige Fertigfräsfunktion

Mit dem G11-Befehl wird die Fertigfräsfunktion eingeschaltet.

- ▶ Kurz vor dem Beenden einer Frässtrecke wird die Fertigfräsfunktion aktiviert.
- ▶ Dazu muss vom Maschinenhersteller die Distanz definiert sein, während der die Fertigfräsfunktion aktiv ist.
- ▶ Während dieser Distanz wird die Fräsgeschwindigkeit herabgesetzt und ein Ausgang eingeschaltet.
- ▶ Mit dem Ausgang können z. B. der Druckfuß und die Absaugvorrichtung ein- oder ausgeschaltet werden.

Zeitabhängiges Absaugen

Die Absaugvorrichtung kann auch zeitgesteuert ein- und ausgeschaltet werden.

- ▶ Der Ein- und Ausschaltzeitpunkt kann mit CNC-Befehlen beeinflusst werden.
- ▶ Hierzu wird der G11-Befehl nicht benötigt.

Wirkungsweise bei Fräsbefehlen

Fräsbefehl	G11-Funktion	Zeitabhängiges Absaugen
G1	•	•
G2	•	•
G3	•	•
G45	○	•
G46	○	•
G47	•	•
G48	•	•
G49	○	•
G50	○	•

Beispiel

In den Maschinenparametern ist eine Distanz von 5.0 mm als G11-Strecke definiert. Sobald die Restfrässtrecke nur noch 5.0 mm beträgt, werden folgende Schritte durchgeführt:

- ▶ Die Fräsgeschwindigkeit der XY-Achsen wird herabgesenkt,
- ▶ Der Luftdruck für den Druckfuß wird erhöht
- ▶ Die Absaugvorrichtung wird abgeschaltet

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```
X50.Y50.T0T2
X70.Y50.G2R10.F1.2
X110.Y90.G11

X110.Y90.T0
```

Fertigfräsfunktion einschalten. Nach Erreichen der Restfrässtrecke werden automatisch die G11-Funktionen ausgeführt.

Verwandte Themen

[G1: Gerade fräsen, Seite 40](#)

[G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen, Seite 41](#)

[G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen, Seite 43](#)

[G47: Runde Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 50](#)

[G48: Runde Scheibe im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 52](#)

[G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 53](#)

[G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 55](#)

G43: Fläche des Fertigmusters vollständig zerspanen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy Gnn G43	Fläche des Fertigmusters vollständig zerspanen	
Argument	Beschreibung	
xy	Koordinaten des Kreismittelpunktes	
nn	Fräsfunktion für Fertigmuster: G45, G46, G49 oder G50	

Mit dem Befehl G43 wird definiert, dass ein mit einer Fertigfräsfunktion programmiertes Fertigmuster vollständig zerspannt wird. Dies gilt für folgende Fertigfräsfunktionen:

- ▶ G45/G46: Kreis ausfräsen
- ▶ G49/G50: Rechteck oder Quadrat ausfräsen
- ▶ Die G43-Funktion wird nicht gespeichert. Sie gilt nur im programmierten Block.

Das Material im Innenbereich der Fräskontur wird vollständig zerspannt. Dies verhindert z. B. das Verstopfen der Absaugvorrichtung durch zu große Materialreste.

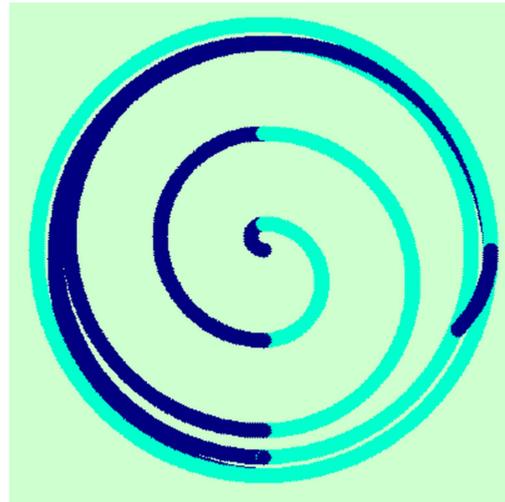


Abb. 50: Innenbereich vollständig zerspannen

Verwandte Themen

[G45: Vollkreis gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 46](#)

[G46: Vollkreis im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 48](#)

[G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 53](#)

[G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 55](#)

3.4 Zwei Fräskonturen programmieren

Jede Fräskontur wird als eigenständige Fräsung betrachtet.

- ▶ Jede Fräskontur wird von den T0-Befehlen eingeschlossen.
- ▶ Dadurch ist gewährleistet, dass Sie z. B. komplette Fräskonturen an eine andere Stelle des Teileprogramms kopieren können.

Beispiel

In den Beispielprogrammen sind jeweils zwei Geraden programmiert.

- ▶ Die erste Fräskontur beginnt bei X100.Y100. und endet bei X110.Y100.
- ▶ Die zweite Fräskontur beginnt bei X200.Y200. und endet bei X220.Y200.
- ▶ Als Werkzeug wird T5 verwendet.
- ▶ Die Fräsgeschwindigkeit beträgt 1.5 m/min.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```
%%5000
```

```
( 1. CONTOUR )
```

```
X100.Y100.T0T5
```

```
X110.Y100.G1F1.5
```

Anfangspunkt der 1. Fräskontur. Werkzeugwechsel auf das Fräswerkzeug. Positionieren mit hochgezogener Z-Achse

Endpunkt der Geraden. Fräsfunktion = Gerade. Fräsgeschwindigkeit = 1.5 m/min

Endpunkt der 1. Frässtrecke. Herausziehen des Fräasers

X110.Y100.T0	Endpunkt der 1. Fräskontur. Die Fräsfunktion wird ausgeschaltet. Die Z-Achse wird hochgezogen
(2. CONTOUR)	
X200.Y200.T0	Anfangspunkt der 2. Fräskontur. Positionieren mit hochzogener Z-Achse. Werkzeugnummer = T5
X220.Y200.G1	Endpunkt der Geraden. Fräsfunktion = Gerade. Fräsgeschwindigkeit = 1.5 m/min
X220.Y200.T0	Endpunkt der 2. Fräskontur. Die Fräsfunktion wird ausgeschaltet. Die Z-Achse wird hochgezogen

3.5 Zusammenhängende Fräskonturen

Zusammenhängende Frässtrecken werden folgendermaßen programmiert.

- ▶ Innerhalb einer Fräskontur können entweder streckenabhängige Fräsfunktionen (G3 .. G1 .. G2 ..) oder Fertigungskonturen (G45 .. G46 .. G50 ..) beliebig kombiniert werden .
- ▶ Ein Fräsbefehl bleibt aktiv, bis er durch einen anderen Fräsbefehl oder den T0-Befehl aufgehoben wird.

Beispiel

Im Beispielprogramm werden folgende Fräsfunktionen verwendet:

- ▶ Ein Kreisbogen mit einem Radius von 25.0 mm
- ▶ Zwei Geraden

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

X100.Y100.T5T0	Anfangspunkt der Fräskontur. Fräswerkzeug ist T5. Positionieren mit hochzogener Z-Achse
X150.Y100.G3R25.F1.5	Endpunkt des Kreisbogens. Fräsfunktion = Kreisbogen. Radius = 25.0 mm. Fräsgeschwindigkeit = 1.5 m/min
X200.Y100.G1	Endpunkt der 1. Geraden. Fräsfunktion = Gerade
X200.Y150.	Endpunkt der 2. Geraden
X200.Y150.T0	Endpunkt der Fräskontur. Die Z-Achse wird hochgezogen

4 Skalieren

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen ein Programmabschnitt vergrößert/verkleinert abgearbeitet werden kann.

M92: Abschnitt skalieren AUS

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy M92	Skalierfunktion ausschalten
XxYy M93	Skalierfunktion einschalten

Argument	Beschreibung
xy	Diese Koordinaten werden bereits skaliert abgearbeitet

Voraussetzung

Der CNC-Befehl NOSMDS ist geschaltet.

Mit den Skalierbefehlen kann die Skalierfunktion auf bestimmte Programmabschnitte beschränkt werden.

- ▶ Die Skalierparameter werden mit dem CNC-Befehl SA definiert.
- ▶ Das Skalierzentrum wird mit dem CNC-Befehl SAZ definiert.

Beispiel

In einem Teileprogramm sollen die Bohrungen für die Weiterverarbeitung der Platte nicht skaliert werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

<code>%%5000</code>	
<code>M99, RESET</code>	Unterprogramm "RESET" aufrufen. Darin programmieren Sie die Standardeinstellungen aller CNC-Befehle
<code>M49, SAX3.Y100.</code>	Skalierfaktoren definieren
<code>M49, SAZX200.Y400.</code>	Skalierzentrum definieren
<code>X12.345Y34.567T1M31 M93</code>	Anfang des zu skalierenden Programmabschnitts
<code>...</code>	
<code>X45.6Y43.21M50M30 M92</code>	Ende des zu skalierenden Programmabschnitts
<code>M99, FINAL</code>	Bohrungen für die Weiterverarbeitung ausführen
<code>M99, RESET</code>	Unterprogramm "RESET" aufrufen. Alle verwendeten CNC-Befehle werden wieder zurückgesetzt

Verwandte Themen

[M93: Abschnitt skalieren EIN, Seite 71](#)

M93: Abschnitt skalieren EIN

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy M92	Skalierfunktion ausschalten
XxYy M93	Skalierfunktion einschalten

Argument	Beschreibung
xy	Diese Koordinaten werden bereits skaliert abgearbeitet

Voraussetzung

Der CNC-Befehl NOSMDS ist geschaltet.

Mit den Skalierbefehlen kann die Skalierfunktion auf bestimmte Programmabschnitte beschränkt werden.

- ▶ Die Skalierparameter werden mit dem CNC-Befehl SA definiert.
- ▶ Das Skalierzentrum wird mit dem CNC-Befehl SAZ definiert.

Beispiel

In einem Teileprogramm sollen die Bohrungen für die Weiterverarbeitung der Platte nicht skaliert werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

%%5000	
M99, RESET	Unterprogramm "RESET" aufrufen. Darin programmieren Sie die Standardeinstellungen aller CNC-Befehle
M49, SAX3.Y100.	Skalierfaktoren definieren
M49, SAZX200.Y400.	Skalierzentrum definieren
X12.345Y34.567T1M31 M93	Anfang des zu skalierenden Programmabschnitts
...	
X45.6Y43.21M50M30 M92	Ende des zu skalierenden Programmabschnitts
M99, FINAL	Bohrungen für die Weiterverarbeitung ausführen
M99, RESET	Unterprogramm "RESET" aufrufen. Alle verwendeten CNC-Befehle werden wieder zurückgesetzt

Verwandte Themen

[M92: Abschnitt skalieren AUS. Seite 70](#)



5 Muster wiederholen, versetzen, spiegeln, drehen

Jedes Teileprogramm und jeder Abschnitt eines Teileprogramms kann beliebig verschoben werden.

- ▶ Definieren Sie einen neuen Nullpunkt für den betroffenen Abschnitt.
- ▶ Klammern Sie hierzu einen Programmabschnitt mit den M31-M30-Befehlen.
- ▶ Sie können bis zu 6 (CNC 8x.00) geklammerte Programmabschnitte ineinander verschachteln (einschließlich Unterprogrammaufrufe).
- ▶ Das Klammern von Programmabschnitten erleichtert die manuelle Erstellung eines Teileprogramms.
- ▶ Nutzen Sie folgende Befehle, um einen Programmabschnitt zu klammern:
 - M31: Klammer AUF
 - M30: Klammer ZU
- ▶ Jeder programmierte M31-Befehl erwartet einen M30-Befehl.

Hinweis

- ▶ Klammerbefehle müssen konsequent programmiert werden. Vermeiden Sie Programmabschnitte, die nicht geklammert sind.
- ▶ Die Verwendung von Kamerabefehlen in einem geschachtelten Programmabschnitt ([verschachteltes Step-and-Repeat](#)) erfordert eine genaue Prüfung des gesamten Teileprogramms.

Zusätzliche Versatzmöglichkeiten

Zusätzlich zu dem Verschieben eines Nullpunktes können Dreh- und Spiegelbefehle programmiert werden.

M-Befehl	Wirkung
M50	Keine Drehung/Spiegelung
M60	Versionen 1,3,6,8: Drehung um 90° gegen den Uhrzeigersinn Versionen 2,4,5,7: Drehung um 90° im Uhrzeigersinn
M70	Spiegelung um die Y-Achse
M80	Spiegelung um die X-Achse
M90	Drehung um 180°
M60M70	Versionen 1,3,6,8: Spiegelung um die Y-Achse und Drehung um 90° gegen den Uhrzeigersinn Versionen 2,4,5,7: Spiegelung um die Y-Achse und Drehung um 90° im Uhrzeigersinn
M60M80	Versionen 1,3,6,8: Spiegelung um die X-Achse und Drehung um 90° gegen den Uhrzeigersinn Version: 2,4,5,7: Spiegelung um die X-Achse und Drehung um 90° im Uhrzeigersinn
M60M90	Versionen 2,4,5,7: Spiegelung um die Y-Achse und Drehung um 90° im Uhrzeigersinn Versionen 1,3,6,8: Spiegelung um die Y-Achse und Drehung um 90° gegen den Uhrzeigersinn

Nullpunkt berechnen

Zur Berechnung der Versatzkoordinaten gehen Sie folgendermaßen vor:

- ▶ Istposition: Ermitteln Sie die aktuelle Position einer markanten Koordinate (messen, Grafikanzeige, Koordinatenwert).

- ▶ Sollposition: Ermitteln Sie die Zielposition (messen, Grafikanzeige).
- ▶ Setzen Sie die Werte in den entsprechenden Versatzbefehl ein.

5.1 Werkzeugwechsel

Werden in einem Teileprogramm mit Mehrfachmuster mehrere Werkzeuge benötigt, ergibt sich als Problematik, dass eventuell unnötige Werkzeugwechsel durchgeführt werden.

- ▶ Werden lediglich am Ende des Teileprogramms die Versatzbefehle eingefügt (erstes Beispiel), führt die CNC während der Abarbeitung eines jeden Musters unnötigerweise alle Werkzeugwechsel durch.
- ▶ Die korrekte Programmierung zeigt das zweite Beispiel: Vor jedem Werkzeugwechsel muss sichergestellt sein, dass zunächst alle Muster mit diesem Werkzeug gebohrt werden.

Beispiel: Unnötige Werkzeugwechsel

Da die Versatzbefehle lediglich am Programmende programmiert sind, wird das komplette Programm einschließlich aller Werkzeugwechsel wiederholt abgearbeitet. Vermeiden Sie diese Programmierung.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```
( START: T01 )
X0.000 Y0.000 T00 T01 M25
X0.000 Y0.000G45R20.F10
X0.000 Y0.000 T00
( START: T02 )
X10.000 Y-20.000 T02
X20.000 Y-10.000
( OFFSET COMMANDS )
X25.000 Y25.000 M50
X75.000 Y75.000 M50 M08
```

Abschnitt: T01 (Anfang)

Abschnitt: T01 (Ende)

Abschnitt: T02 (Anfang)

Abschnitt: T02 (Ende)

Musterprogrammierung

Beispiel: Korrekte Programmierung

In diesem Beispiel wird gezeigt, dass am Ende eines Programmabschnitts alle notwendigen Versatzbefehle programmiert sein müssen, damit unnötige Werkzeugwechsel vermieden werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```
( START: T01 )
X0.000 Y0.000 T00 T01 M08
X0.000 Y0.000G45R20.F10
X0.000 Y0.000 T0
( OFFSET COMMANDS )
```

Abschnitt: T01 (Anfang)



X25.000 Y25.000 M50	Musterprogrammierung
X75.000 Y75.000 M50 M25	Abschnitt: T01 (Ende)
(START: T02)	
X10.000 Y-20.000 T02 M25	Abschnitt: T02 (Anfang)
X20.000 Y-10.000	
(OFFSET COMMANDS)	
X25.000 Y25.000 M50	Musterprogrammierung
X75.000 Y75.000 M50 M08	Abschnitt: T02 (Ende)

5.2 Programmabschnitt

Dieses Kapitel beschreibt Befehle, mit denen ein Teilprogramm in mehrere Abschnitte aufgeteilt werden kann.

M31: Klammer AUF

1000	3000	5000
-	•	•

Befehl	Beschreibung
XxYy M31	Klammer AUF (Anfang eines Programmabschnitts)
XxYy M30	Klammer ZU (Ende eines Programmabschnitts)

Argument	Beschreibung
xy	Die Koordinaten gehören schon zum geklammerten Abschnitt

Mit den Befehlen M31 und M30 wird ein Programmabschnitt geklammert.

- ▶ Der M31-Befehl beginnt einen neuen Programmabschnitt.
- ▶ Der M30-Befehl beendet den letzten noch nicht abgeschlossenen Programmabschnitt.
- ▶ Sind mehrere Programmabschnitte mit M31 begonnen worden, beendet M30 den Abschnitt, der durch das letzte M31 begonnen wurde.
- ▶ Alle geöffneten Programmabschnitte (M31) müssen auch wieder geschlossen werden (M30).
- ▶ Es dürfen maximal 6 (CNC 8x.00) Programmabschnitte gleichzeitig geöffnet sein (Schachtelung).

Hinweis

In einem geschachtelten Programmabschnitt (nested Step-and-Repeat) sind keine Kamerabefehle erlaubt (Kompensationswerte ermitteln).

Beispiel

Am Ende eines einfachen Programms wird ein Komplettersatz eingefügt.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

X10.Y30.T1 M31 M31	Abschnitt T1 und Komplettklammer öffnen
--------------------	---

...	
X30.Y40.M50	
X70.Y20.M50 M30	Abschnitt T1 schließen
X10.Y30.T2 M31	Abschnitt T2 öffnen
...	
X30.Y40.M50	
X70.Y20.M50 M30	Abschnitt T2 schließen
(FINAL OFFSET)	
X123.45Y234.67M50 M30	Komplettklammer schließen

Verwandte Themen

[M30: Klammer ZU, Seite 75](#)

M30: Klammer ZU

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M31	Klammer AUF (Anfang eines Programmabschnitts)	
XxYy M30	Klammer ZU (Ende eines Programmabschnitts)	
Argument	Beschreibung	
xy	Die Koordinaten gehören schon zum geklammerten Abschnitt	

Mit den Befehlen M31 und M30 wird ein Programmabschnitt geklammert.

- ▶ Der M31-Befehl beginnt einen neuen Programmabschnitt.
- ▶ Der M30-Befehl beendet den letzten noch nicht abgeschlossenen Programmabschnitt.
- ▶ Sind mehrere Programmabschnitte mit M31 begonnen worden, beendet M30 den Abschnitt, der durch den letzten M31-Befehl begonnen wurde.
- ▶ Alle mit M31 geöffneten Programmabschnitte müssen auch wieder geschlossen werden.
- ▶ Es dürfen maximal 6 (CNC 8x.00) Programmabschnitte gleichzeitig geöffnet sein (Schachtelung).

Hinweis

Achten Sie beim verschachtelten Step-and-Repeat darauf, die Kamerabefehle im selben Programmabschnitt wie die entsprechenden Bohrungen/Fräsungen zu programmieren. Andernfalls, muss die verschachtelte Step-and-Repeat-Programmierung der Kamerabefehle genauso aufgebaut sein wie die der Bohrung/Fräsung, damit die Zuordnung bei der Verwendung von "G39,SAVE" und "G39,LOAD" stimmt.

Beispiel

Am Ende eines einfachen Programms wird ein Komplettversatz eingefügt.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

X10.Y30.T1 M31 M31	Abschnitt T1 und Komplettklammer öffnen
--------------------	---



...	
X30.Y40.M50	
X70.Y20.M50 M30	Abschnitt T1 schließen
X10.Y30.T2 M31	Abschnitt T2 öffnen
...	
X30.Y40.M50	
X70.Y20.M50 M30	Abschnitt T2 schließen
(FINAL OFFSET)	
X123.45Y234.67M50 M30	Komplettklammer schließen

Verwandte Themen

[M31: Klammer AUF, Seite 74](#)

5.3 Step-and-Repeat

Versetzen und Wiederholen eines Programmabschnitts

Hinweise zu Versatzbefehlen:

- ▶ Die Koordinatenwerte werden grundsätzlich absolut interpretiert.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitts ausschließlich unter Berücksichtigung der Versatzbefehle.
- ▶ Um also einen Programmabschnitt exakt an der programmierten Position und zusätzlich versetzt abzuarbeiten, müssen mindestens zwei Versatzzeilen programmiert werden.
- ▶ Die Versatzstruktur muss nach jedem Programmabschnitt programmiert werden.
- ▶ Einen typischen Programmabschnitt stellt der Programmbereich für eine Werkzeugnummer dar.
- ▶ Jeder Programmabschnitt muss mit den Befehlen M31-M30 geklammert sein.
- ▶ Erst durch diese Programmstruktur ist es möglich, durch eine zusätzliche M31-M30-Klammer ein komplettes Teileprogramm zu verschieben (*nested Step-and-Repeat*).

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

(SECTION: T5)	
X0.000Y0.000T0T5 M31 M31	
X0.000Y0.000G45R20.F1.2	
X0.000Y0.000T0	
(STEP-AND-REPEAT)	
X0Y0 M50	Abarbeitung an der programmierten Position
X75.000Y75.000 M50 M30	Wiederholung und versetzte Abarbeitung
(SECTION: T6)	
X30.000Y40.000T0T6 M31	Anfang des Abschnitts: T6
X30.000Y40.000G45R20.F1.2	

```
X30.000Y40.000T0
( STEP-AND-REPEAT )
X0Y0 M50
X75.000Y75.000 M50 M30
( FINAL OFFSET )
X123.43Y536.224 M50 M30
```

Abarbeitung an der programmierten Position

Wiederholung und versetzte Abarbeitung

Komplettklammer schließen

5.4 Nullpunktberechnung

Beispiel für eine Nullpunktberechnung

Versatzbedingung ermitteln

- ▶ Aus der Grafiksicht haben Sie ermittelt, dass das Programm für die Produktion mit den Befehlen M60M90 um 90° gedreht werden muss.
- ▶ Mit einer zusätzlichen M31-M30-Klammer um das komplette Programm programmieren Sie diese Drehung.

```
%%5000
X..Y..T1M31 M31
...
XYM50
X..Y..M50M30
X..Y..T2M31
...
XYM50
X..Y..M50M30
( ROTATION )
XY M60M90 M30
```

Abschnittsanfang T1: Klammer auf für die Komplettdrehung

Versatzbefehle für die Musterwiederholung

Abschnittsende T1

Abschnittsanfang T2

Versatzbefehle für die Musterwiederholung

Abschnittsende T2

Komplettrotation und Klammer zu für die Komplettdrehung

Versatzwert ermitteln

- ▶ In der Grafik werden Sie nun wahrscheinlich feststellen, dass sich die Darstellung aus den Arbeitsbereich hinausgeschoben hat.
- ▶ Ermitteln Sie nun für eine markante Koordinate die IST- und die SOLL-Position.
- ▶ Die Differenz dieser Koordinatenwerte stellt exakt den notwendigen Versatz dar.
- ▶ Mit einer weiteren M31-M30-Klammer programmieren Sie nun diesen einfachen Versatz (M50-Befehl).

```
%%5000
X..Y..T1M31 M31 M31
...
XYM50
X..Y..M50M30
X..Y..T2M31
```

Abschnittsanfang T1: Klammer auf für die Komplettdrehung. Klammer auf für den Komplettversatz

Versatzbefehle für die Musterwiederholung

Abschnittsende T1

Abschnittsanfang T2



...	
XYM50	Versatzbefehle für die Musterwiederholung
X..Y..M50M30	Abschnittsende T2
(COMPLETE ROTATION)	
XY M60M90 M30	Komplettrotation und Klammer zu für die Komplettrotation
(FINAL OFFSET)	
X123.34Y-223.11 M50 M30	Komplettversatz und Klammer zu für den Komplettversatz

5.5 Zusätzliche Versatzmöglichkeiten

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen Programmabschnitte verschoben und gedreht/gespiegelt werden können.

M50: Einfacher Versatz

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M50	Programmabschnitt versetzen (keine Drehung/Spiegelung)	
Argument	Beschreibung	
xy	Versatzkoordinaten	

Mit dem M50-Befehl wird ein einfacher Versatz programmiert.

- ▶ Die Versatzkoordinaten definieren den neuen Nullpunkt des geklammerten Programmabschnitts.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitts ausschließlich unter Verwendung der Versatzbefehle.

Versatzkoordinaten berechnen

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.

- ▶ $X_{M50} = X_{Soll} - X_{Ist}$
- ▶ $Y_{M50} = Y_{Soll} - Y_{Ist}$

Beispiel

Die programmierte Fräskontur soll zweimal versetzt abgearbeitet werden.

- ▶ Nullpunkt der 1. Abarbeitung = X30.Y40.
- ▶ Nullpunkt der 2. Abarbeitung = X70.Y20.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X10.Y30.T0T2 M31

Anfang der Fräskontur. Da sich am Ende des Abschnitts Versatzbefehle befinden, wird der Abschnitt ausschließlich unter Berücksichtigung der Versatzkoordinaten abgearbeitet.

X10.Y40.G1F1.2

Position der 1. Abarbeitung: X40.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X80.Y60.

X20.Y40.

Position der 1. Abarbeitung: X50.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X90.Y60.

X20.Y10.

Position der 1. Abarbeitung: X50.Y50.; Position der 2. Abarbeitung: X90.Y30.

X10.Y10.

Position der 1. Abarbeitung: X40.Y50.; Position der 2. Abarbeitung: X80.Y30.

X10.Y10.T0

Ende der Fräskontur

X30.Y40.M50

1. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M50} = X40. - X10. = X30.$; $Y_{M50} = Y50. - Y10. = Y40.$

X70.Y20.M50 M30

2. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M50} = X80. - X10. = X70.$; $Y_{M50} = Y30. - Y10. = Y20.$

Durch 2 Versatzbefehle werden zwei Wiederholungen programmiert. Da jeder Versatzbefehl eine Nullpunktverschiebung beinhaltet (Versatzkoordinaten), erfolgt an der programmierten Position (dünne Kontur) keine Abarbeitung.

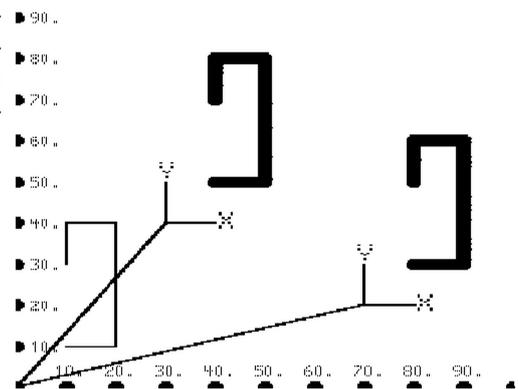


Abb. 51: Zwei gefräste Muster

Hinweis

Die **dicken Linien** zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle. Die **dünnen Linien** dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Teileprogramms.

M50V2: Musterwiederholung

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XY M50V2	V2-Wiederholung einschalten	
XxYy M50Ww M30	Anzahl der Muster definieren	
Argument	Beschreibung	
xy	Abstand zwischen dem 1. und dem letzten Nullpunkt der Musterreihe	
w	Anzahl der Muster in der Musterreihe	



Mit der Befehlskombination M50V2 kann die Wiederholung eines Muster programmiert werden.

- ▶ Dadurch können beliebige Musterfelder programmiert werden.
- ▶ Als Versatzbedingung ist nur der M50-Befehl sinnvoll.
- ▶ Der M50-Befehl muss in jeder Versatzzeile programmiert werden.
- ▶ Der gesamte Abschnitt muss mit den notwendigen M31-M30-Befehlen geklammert werden.
- ▶ Um das Programm übersichtlich zu gestalten, sollten Sie die Programmierung gemäß den Beispielen vornehmen.
- ▶ Beachten Sie die Möglichkeit, die exakte Maschinenposition durch eine komplette M31-M30-Klammer des Programms zu realisieren (siehe Beispiele).
- ▶ Achten Sie auf korrekte M31-M30-Klammern!
- ▶ Den exakten Abstand zwischen den Mustern errechnet die CNC während der Ab-
arbeitung.

Beispiel: Musterreihe

Es sollen 5 Muster in X-Richtung programmiert werden.

- ▶ Musterbreite = 100 mm
- ▶ Musterabstand = 10 mm

Berechnung für den Nullpunkt des letzten Musters:

- ▶ Letzter Nullpunkt = (4 x 100 mm) + (4 x 10 mm) = 440 mm

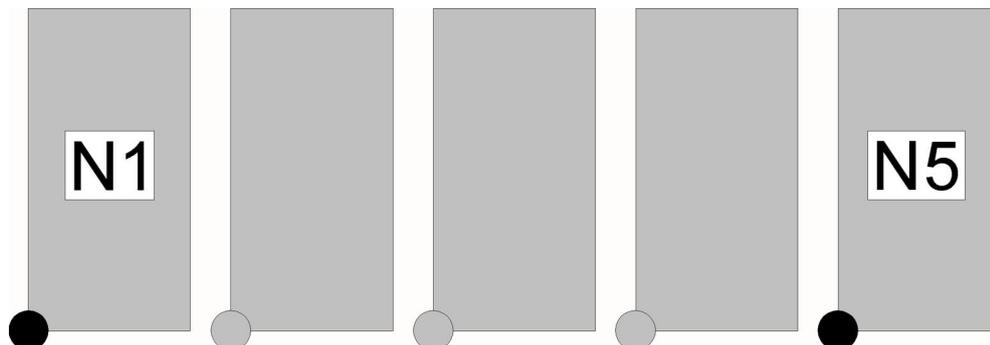


Abb. 52: Musterreihe

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```

%%5000

( SECTION T1 )

X..Y..T1 M31 M31

...

X0Y0 M50V2

X440.Y M50W5 M30

( SECTION T2 )

X..Y..T2 M31
    
```

M31: Klammer AUF für Komplettes Programm;
M31: Klammer AUF für Abschnitt T1

M50V2: Wiederholung einschalten

Letzten Nullpunkt und Anzahl definieren: M30:
Klammer ZU für Abschnitt T1

M31: Klammer AUF für Abschnitt T2

```

...
X0Y0 M50V2

X440.Y M50W5 M30

( SECTION T.. )

...

( FINAL OFFSET )

X123.45Y23.65 M50 M30

```

V2-Wiederholung einschalten

M30: Klammer ZU für Abschnitt T2

Identische Programmierung für jeden Abschnitt

Komplettversatz = M30: Klammer ZU für Komplettes Programm

Beispiel: Musterspalte

Es sollen 3 Muster in Y-Richtung programmiert werden.

- ▶ Musterhöhe = 150 mm
- ▶ Musterabstand = 10 mm

Berechnung für den Nullpunkt des letzten Musters:

- ▶ Letzter Nullpunkt = $(2 \times 150 \text{ mm}) + (2 \times 10 \text{ mm}) = 320 \text{ mm}$



Abb. 53: Musterspalte

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```

%%5000

( SECTION T1 )

X..Y..T1 M31 M31

...

X0Y0 M50V2

XY320. M50W3 M30

( SECTION T2 )

X..Y..T2 M31

```

M31: Klammer AUF für Komplettes Programm;
M31: Klammer AUF für Abschnitt T1

V2-Wiederholung einschalten

Letzten Nullpunkt und Anzahl definieren; M30:
Klammer ZU für Abschnitt T1

M31: Klammer AUF für Abschnitt T2



```

...
X0Y0 M50V2

XY320. M50W3 M30

( SECTION T.. )

...

( FINAL OFFSET )

X123.45Y23.65 M50 M30
    
```

V2-Wiederholung einschalten

M30: Klammer ZU für Abschnitt T2

Identische Programmierung für jeden Abschnitt

Komplettversatz = M30: Klammer ZU für Komplettes Programm

Beispiel: Musterfeld

Es sollen 15 Muster programmiert werden (5 in X-Richtung und 3 in Y-Richtung).

- ▶ Musterbreite = 100 mm
- ▶ Musterhöhe = 150 mm
- ▶ Musterabstand = 10 mm

Berechnungen für die Nullpunkte der letzten Muster:

- ▶ Letzter X-Nullpunkt = $(4 \times 100 \text{ mm}) + (4 \times 10 \text{ mm}) = 440 \text{ mm}$
- ▶ Letzter Y-Nullpunkt = $(2 \times 150 \text{ mm}) + (2 \times 10 \text{ mm}) = 320 \text{ mm}$

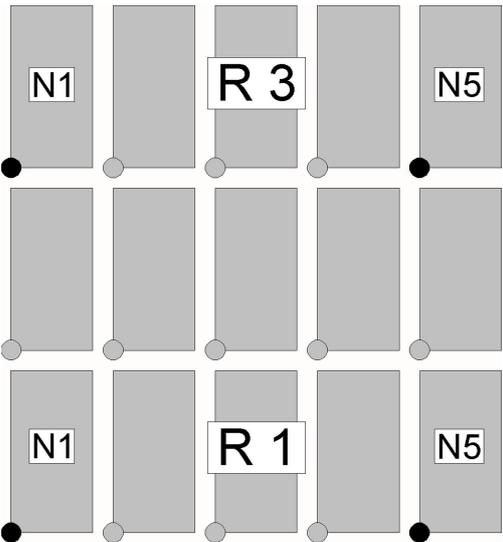


Abb. 54: Musterfeld

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

Beachte: An jedem Abschnittsanfang befinden sich nun zwei M31-Befehle. Am Anfang des 1. Abschnitts sogar 3 M31-Befehle (ein Befehl für die Komplettklammer)!

```

%%5000

( SECTION T1 )

X..Y..T1 M31M31 M31

...

X0Y0 M50V2

X440.Y M50W5 M30

X0Y0 M50V2

XY320. M50W3 M30

( SECTION T2 )

X..Y..T2 M31M31
    
```

M31: Klammer AUF für Komplettes Programm;
M31: Klammer AUF für Abschnitt T1 (Spalte); M31: Klammer AUF für Abschnitt T1 (Reihe)

V2-Wiederholung einschalten (Reihe)

Letzten Nullpunkt und Anzahl definieren; M30: Klammer ZU für Abschnitt T1 (Reihe)

V2-Wiederholung einschalten (Spalte)

Letzten Nullpunkt und Anzahl definieren; M30: Klammer ZU für Abschnitt T1 (Spalte)

M31: Klammer AUF für Abschnitt T1 (Spalte); M31: Klammer AUF für Abschnitt T1 (Reihe)

<pre>... X0Y0 M50V2 X440.Y M50W5 M30 X0Y0 M50V2 XY320. M50W3 M30 (SECTION T..) ... (FINAL OFFSET) X123.45Y23.65 M50 M30</pre>	<p>V2-Wiederholung einschalten (Reihe)</p> <p>M30: Klammer ZU für Abschnitt T2</p> <p>V2-Wiederholung einschalten (Spalte)</p> <p>Letzten Nullpunkt und Anzahl definieren; M30: Klammer ZU für Abschnitt T1</p> <p>Identische Programmierung für jeden Abschnitt</p> <p>Komplettversatz = M30: Klammer ZU für Komplettes Programm</p>
--	---

Verwandte Themen

[V2: Einfache Lochreihe bohren, Seite 22](#)

M60: Versatz mit Drehung

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M60	Programmabschnitt versetzen und um 90° drehen	
Argument	Beschreibung	
xy	Versatzkoordinaten	

Mit dem M60-Befehl werden ein Versatz und eine Drehung programmiert.

- ▶ Die Versatzkoordinaten definieren den neuen Nullpunkt des geklammerten Programmabschnitts.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitt ausschließlich unter Verwendung der Versatzbefehle.

Drehrichtung

Die Drehrichtung hängt ab von der Achsversion.

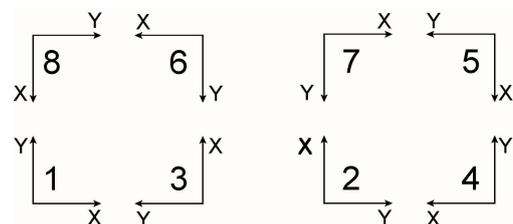


Abb. 55: Achsversionen

Achsversion	Drehrichtung
1, 3, 6, 8	gegen den Uhrzeigersinn
2, 4, 5, 7	im Uhrzeigersinn



Versatzkoordinaten berechnen

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.

- ▶ $X_{M60} = X_{Soll} + Y_{Ist}$
- ▶ $Y_{M60} = Y_{Soll} - X_{Ist}$

Beispiel

Die programmierte Fräskontur soll zweimal versetzt abgearbeitet werden. Außerdem soll jedes Muster um 90° gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Die Achsversion der Maschine entspricht der Version 1.

- ▶ Nullpunkt des 1. Musters = X60.Y60.
- ▶ Nullpunkt des 2. Musters = X90.Y10.
- ▶ Notwendige Versatzbedingung = M60

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X10.Y30.T0T2 M31

Anfang der Fräskontur. Da sich am Ende des Abschnitts Versatzbefehle befinden, wird der Abschnitt ausschließlich unter Berücksichtigung der Versatzkoordinaten abgearbeitet.

X10.Y40.G1 F1.2

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y70.; Position der 2. Abarbeitung: X50.Y20.

X20.Y40.

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X50.Y30.

X20.Y10.

Position der 1. Abarbeitung: X50.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X80.Y30.

X10.Y10.

Position der 1. Abarbeitung: X50.Y70.; Position der 2. Abarbeitung: X80.Y20.

X10.Y10.T0

Ende der Fräskontur

X60.Y60.M60

1. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M60} = X30. + Y30. = X60.$; $Y_{M60} = Y70. - X10. = Y60.$

X90.Y10.M60 M30

2. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M60} = X60. + Y30. = X90.$; $Y_{M60} = Y20. - X10. = Y10.$

Durch 2 Versatzbefehle werden zwei Wiederholungen programmiert. Da jeder Versatzbefehl eine Nullpunktverschiebung beinhaltet (Versatzkoordinaten), erfolgt an der programmierten Position (dünne Kontur) keine Abarbeitung.

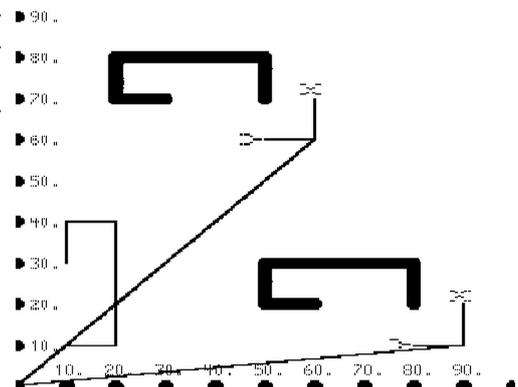


Abb. 56: Zwei gefräste Muster

Hinweis

Die **dicken Linien** zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle. Die **dünne Linien** dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Teileprogramms.

M60M70: Versatz mit Spiegelung und Drehung

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M60M70	Programmabschnitt versetzen, um die Y-Achse spiegeln und um 90° drehen	
Argument	Beschreibung	
xy	Versatzkoordinaten	

Mit dem M60M70-Befehl werden ein Versatz, eine Spiegelung und eine Drehung programmiert.

- ▶ Die Versatzkoordinaten definieren den neuen Nullpunkt des geklammerten Programmabschnitts.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitt ausschließlich unter Verwendung der Versatzbefehle.
- ▶ Ausgehend vom Maschinennullpunkt erfolgt erst die Spiegelung. Unter Berücksichtigung dieser neuen Achsversion erfolgt dann die anschließende Drehung.

Drehrichtung

Die Drehrichtung hängt ab von der Achsversion, die aus der Spiegelung resultiert.

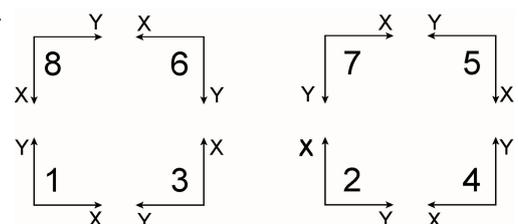


Abb. 57: Achsversionen

Achsversion	Drehrichtung des M60-Befehls
1, 3, 6, 8	gegen den Uhrzeigersinn



Achsversion	Drehrichtung des M60-Befehls
2, 4, 5, 7	im Uhrzeigersinn

Beispiel: Ausgehend von der Achsversion 1 bewirkt der M70-Befehl zunächst eine Spiegelung um die Y-Achse. Die resultierende Achsversion ist nun die Lage 4! In dieser Lage bewirkt der M60-Befehl eine Drehung um 90° im Uhrzeigersinn.

Versatzkoordinaten berechnen

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.

- ▶ $X_{M60M70} = X_{Soll} - Y_{Ist}$
- ▶ $Y_{M60M70} = Y_{Soll} - X_{Ist}$

Beispiel

Die programmierte Fräskontur soll zweimal versetzt abgearbeitet werden. Außerdem soll jedes Muster zunächst um die Y-Achse gespiegelt und anschließend um 90° gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Die Achsversion der Maschine entspricht der Version 1.

- ▶ Nullpunkt des 1. Musters = X10.Y60.
- ▶ Nullpunkt des 2. Musters = X30.Y10.
- ▶ Notwendige Versatzbedingung = M6070

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X10.Y30.T0T2 M31
```

Anfang der Fräskontur. Da sich am Ende des Abschnitts Versatzbefehle befinden, wird der Abschnitt ausschließlich unter Berücksichtigung der Versatzkoordinaten abgearbeitet.

```
X10.Y40.G1 F1.
```

Position der 1. Abarbeitung: X50.Y70.; Position der 2. Abarbeitung: X70.Y20.

```
X20.Y40.
```

Position der 1. Abarbeitung: X50.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X70.Y30.

```
X20.Y10.
```

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X40.Y30.

```
X10.Y10.
```

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y70.; Position der 2. Abarbeitung: X40.Y20.

```
X10.Y10.T0
```

Ende der Fräskontur

```
X10.Y60.M60M70
```

1. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M60M70} = X40. - Y30. = X10.;$
 $Y_{M60M70} = Y70. - X10. = Y60.$

```
X30.Y10.M60M70 M30
```

2. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M60M70} = X60. - Y30. = X30.;$
 $Y_{M60M70} = Y20. - X10. = Y10.$

Durch 2 Versatzbefehle werden zwei Wiederholungen programmiert. Da jeder Versatzbefehl eine Nullpunktverschiebung beinhaltet (Versatzkoordinaten), erfolgt an der programmierten Position (dünne Kontur) keine Abarbeitung.

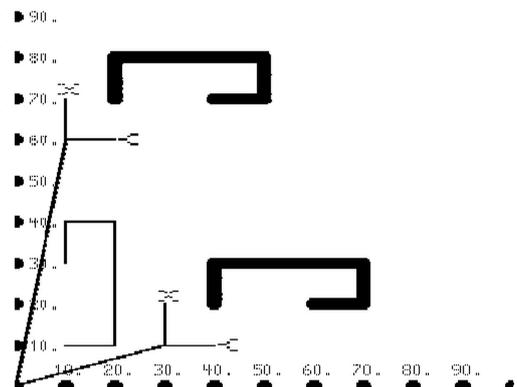


Abb. 58: Zwei gefräste Muster

Hinweis

Die **dicken Linien** zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle. Die **dünnen Linien** dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Teileprogramms.

M60M80: Versatz mit Spiegelung und Drehung

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M60M80	Programmabschnitt versetzen, um die X-Achse spiegeln und um 90° drehen	
Argument	Beschreibung	
xy	Versatzkoordinaten	

Mit dem M60M80-Befehl werden ein Versatz, eine Spiegelung und eine Drehung programmiert.

- ▶ Die Versatzkoordinaten definieren den neuen Nullpunkt des geklammerten Programmabschnitts.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitt ausschließlich unter Verwendung der Versatzbefehle.
- ▶ Ausgehend vom Maschinennullpunkt erfolgt erst die Spiegelung. Unter Berücksichtigung dieser neuen Achsversion erfolgt dann die anschließende Drehung.

Drehrichtung

Die Drehrichtung hängt ab von der Achsversion, die aus der Spiegelung resultiert.

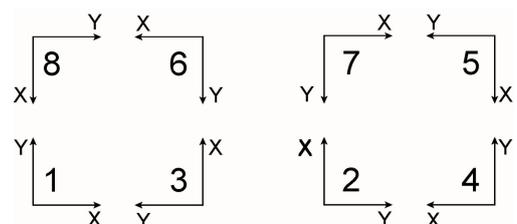


Abb. 59: Achsversion

Achsversion	Drehrichtung des M60-Befehls
1, 3, 6, 8	gegen den Uhrzeigersinn



Achsversion	Drehrichtung des M60-Befehls
2, 4, 5, 7	im Uhrzeigersinn

Beispiel: Ausgehend von der Achsversion 1 bewirkt der M80-Befehl zunächst eine Spiegelung um die X-Achse. Die resultierende Achsversion ist nun die Lage 7! In dieser Lage bewirkt der M60-Befehl eine Drehung um 90° im Uhrzeigersinn.

Versatzkoordinaten berechnen

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.

- ▶ $X_{M60M80} = X_{Soll} + Y_{Ist}$
- ▶ $Y_{M60M80} = Y_{Soll} + X_{Ist}$

Beispiel

Die programmierte Fräskontur soll zweimal versetzt abgearbeitet werden. Außerdem soll jedes Muster zunächst um die X-Achse gespiegelt und anschließend um 90° gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Die Achsversion der Maschine entspricht der Version 1.

- ▶ Nullpunkt des 1. Musters = X50.Y80.
- ▶ Nullpunkt des 2. Musters = X90.Y40.
- ▶ Notwendige Versatzbedingung = M6080

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X10. Y30.T0T2 M31
```

Anfang der Fräskontur. Da sich am Ende des Abschnitts Versatzbefehle befinden, wird der Abschnitt nur unter Berücksichtigung der Versatzkoordinaten abgearbeitet.

```
X10. Y40. G1 F1.
```

Position der 1. Abarbeitung: X10.Y70.; Position der 2. Abarbeitung: X50.Y30.

```
X20. Y40.
```

Position der 1. Abarbeitung: X10.Y60.; Position der 2. Abarbeitung: X50.Y20.

```
X20. Y10.
```

Position der 1. Abarbeitung: X40.Y60.; Position der 2. Abarbeitung: X80.Y20.

```
X10. Y10.
```

Position der 1. Abarbeitung: X40.Y70.; Position der 2. Abarbeitung: X80.Y30.

```
X10. Y10. T0
```

Ende der Fräskontur

```
X50. Y80. M60M80
```

1. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M60M80} = X20. + Y30. = X50.$; $Y_{M60M80} = Y70. + X10. = Y80.$

```
X90. Y40. M60M80 M30
```

2. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M60M80} = X60. + Y30. = X90.$; $Y_{M60M80} = Y30. + X10. = Y40.$

Durch 2 Versatzbefehle werden zwei Wiederholungen programmiert. Da jeder Versatzbefehl eine Nullpunktverschiebung beinhaltet (Versatzkoordinaten), erfolgt an der programmierten Position (dünne Kontur) keine Abarbeitung.

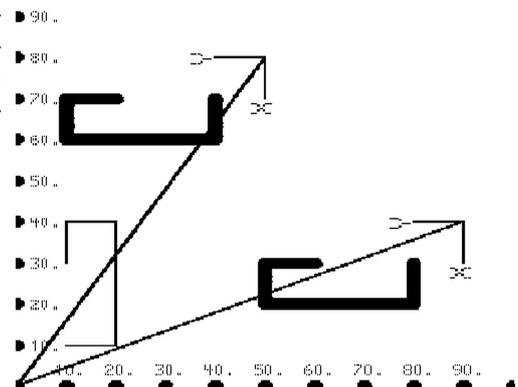


Abb. 60: Zwei gefräste Muster

Hinweis

Die **dicken Linien** zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle. Die **dünnen Linien** dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Teileprogramms.

M60M90: Versatz mit Drehung

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M60M90	Programmabschnitt versetzen und um 90° drehen	
Argument	Beschreibung	
xy	Versatzkoordinaten	

Mit dem M60M90-Befehl werden ein Versatz und eine Drehung programmiert.

- ▶ Die Versatzkoordinaten definieren den neuen Nullpunkt des geklammerten Programmabschnitts.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitt ausschließlich unter Verwendung der Versatzbefehle.

Drehrichtung

Die Drehrichtung hängt ab von der Achsversion.

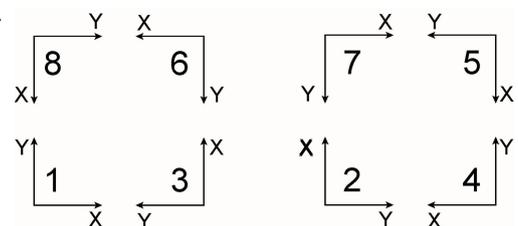


Abb. 61: Achsversion

Achsversion	Drehrichtung
1, 3, 6, 8	im Uhrzeigersinn
2, 4, 5, 7	gegen den Uhrzeigersinn



Versatzkoordinaten berechnen

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.

- ▶ $X_{M60M90} = X_{Soll} - Y_{Ist}$
- ▶ $Y_{M60M90} = Y_{Soll} + X_{Ist}$

Beispiel

Die programmierte Fräskontur soll zweimal versetzt abgearbeitet werden. Außerdem soll jedes Muster um 90° im Uhrzeigersinn gedreht werden. Die Achsversion der Maschine entspricht der Version 1.

- ▶ Nullpunkt des 1. Musters = X10.Y90.
- ▶ Nullpunkt des 2. Musters = X50.Y50.
- ▶ Notwendige Versatzbedingung = M6090

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X10. Y 30.T0T2 M31

Anfang der Fräskontur. Da sich am Ende des Abschnitts Versatzbefehle befinden, wird der Abschnitt nur unter Berücksichtigung der Versatzkoordinaten abgearbeitet.

X10. Y40. G1 F1.

Position der 1. Abarbeitung: X50.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X90.Y40.

X20. Y40.

Position der 1. Abarbeitung: X50.Y70.; Position der 2. Abarbeitung: X90.Y30.

X20. Y10.

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y70.; Position der 2. Abarbeitung: X60.Y30.

X10. Y10.

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X60.Y40.

X10. Y10. T0

Ende der Fräskontur

X10. Y90. M60M90

1. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M60M90} = X40. - Y30. = X10.$; $Y_{M60M90} = Y80. + X10. = Y90.$

X50. Y50. M60M90 M30

2. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M60M90} = X80. - Y30. = X50.$; $Y_{M60M90} = Y40. + X10. = Y50.$

Durch 2 Versatzbefehle werden zwei Wiederholungen programmiert. Da jeder Versatzbefehl eine Nullpunktverschiebung beinhaltet (Versatzkoordinaten), erfolgt an der programmierten Position (dünne Kontur) keine Abarbeitung.

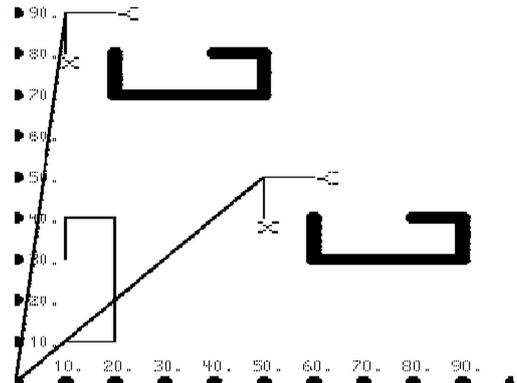


Abb. 62: Zwei gefräste Muster

Hinweis

Die **dicken Linien** zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle. Die **dünnen Linien** dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Teileprogramms.

M70: Versatz mit Spiegelung um die Y-Achse

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M70	Programmabschnitt versetzen und um die Y-Achse spiegeln	
Argument	Beschreibung	
xy	Versatzkoordinaten	

Mit dem M70-Befehl werden ein Versatz und eine Spiegelung programmiert.

- ▶ Die Versatzkoordinaten definieren den neuen Nullpunkt des geklammerten Programmabschnitts.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitt ausschließlich unter Verwendung der Versatzbefehle.

Versatzkoordinaten berechnen

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.

- ▶ $X_{M70} = X_{Soll} + X_{Ist}$
- ▶ $Y_{M70} = Y_{Soll} - Y_{Ist}$

Beispiel

Die programmierte Fräskontur soll zweimal versetzt abgearbeitet werden. Außerdem soll jedes Muster um die Y-Achse gespiegelt gedreht werden. Die Achsversion der Maschine entspricht der Version 1.

- ▶ Nullpunkt des 1. Musters = X40.Y50.
- ▶ Nullpunkt des 2. Musters = X80.Y10.
- ▶ Notwendige Versatzbedingung = M70

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X10. Y 30. T0T2 M31

Anfang der Fräskontur. Da sich am Ende des Abschnitts Versatzbefehle befinden, wird der Abschnitt nur unter Berücksichtigung der Versatzkoordinaten abgearbeitet.

X10. Y40. G1 F1.

Position der 1. Abarbeitung: X30.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X70.Y40.

X20. Y40.

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X60.Y40.

X20. Y10.

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y60.; Position der 2. Abarbeitung: X60.Y20.

X10. Y10.

Position der 1. Abarbeitung: X30.Y60.; Position der 2. Abarbeitung: X70.Y20.

X10. Y10. T0

Ende der Fräskontur

X40. Y50. M70

1. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M70} = X30. + X10. = X40.$; $Y_{M70} = Y80. - Y30. = Y50.$

X80. Y10. M70 M30

2. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M70} = X70. + X10. = X80.$; $Y_{M70} = Y40. - Y30. = Y10.$

Durch 2 Versatzbefehle werden zwei Wiederholungen programmiert. Da jeder Versatzbefehl eine Nullpunktverschiebung beinhaltet (Versatzkoordinaten), erfolgt an der programmierten Position (dünne Kontur) keine Abarbeitung.

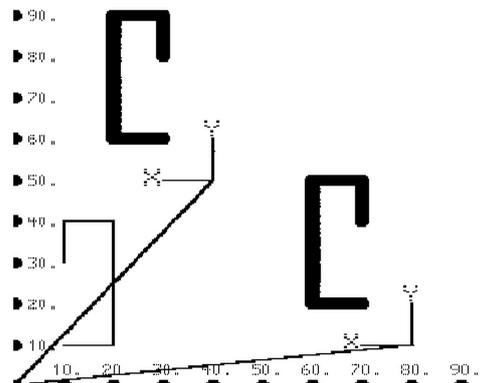


Abb. 63: Zwei gefräste Muster

Hinweis

Die **dicken Linien** zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle. Die **dünnen Linien** dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Teileprogramms.

M80: Versatz mit Spiegelung um die X-Achse

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M80	Programmabschnitt versetzen und um die X-Achse spiegeln	
Argument	Beschreibung	
xy	Versatzkoordinaten	

Mit dem M80-Befehl werden ein Versatz und eine Spiegelung programmiert.

- ▶ Die Versatzkoordinaten definieren den neuen Nullpunkt des geklammerten Programmabschnitts.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitt ausschließlich unter Verwendung der Versatzbefehle.

Versatzkoordinaten berechnen

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.

- ▶ $X_{M80} = X_{Soll} - X_{Ist}$
- ▶ $Y_{M80} = Y_{Soll} + Y_{Ist}$

Beispiel

Die programmierte Fräskontur soll zweimal versetzt abgearbeitet werden. Außerdem soll jedes Muster um die X-Achse gespiegelt gedreht werden. Die Achsversion der Maschine entspricht der Version 1.

- ▶ Nullpunkt des 1. Musters = X10.Y90.
- ▶ Nullpunkt des 2. Musters = X60.Y60.
- ▶ Notwendige Versatzbedingung = M80

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

<pre>X10. Y 30.T0T2 M31</pre>	<p>Anfang der Fräskontur. Da sich am Ende des Abschnitts Versatzbefehle befinden, wird der Abschnitt nur unter Berücksichtigung der Versatzkoordinaten abgearbeitet.</p>
<pre>X10. Y40. G1 F1.</pre>	<p>Position der 1. Abarbeitung: X20.Y50.; Position der 2. Abarbeitung: X70.Y20.</p>
<pre>X20. Y40.</pre>	<p>Position der 1. Abarbeitung: X30.Y50.; Position der 2. Abarbeitung: X80.Y20.</p>
<pre>X20. Y10.</pre>	<p>Position der 1. Abarbeitung: X30.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X80.Y50.</p>
<pre>X10. Y10.</pre>	<p>Position der 1. Abarbeitung: X20.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X70.Y50.</p>
<pre>X10. Y10. T0</pre>	<p>Ende der Fräskontur</p>
<pre>X10. Y90. M80</pre>	<p>1. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M80} = X20. - X10. = X10.$; $Y_{M80} = Y60. + Y30. = Y90.$</p>
<pre>X60. Y60. M80 M30</pre>	<p>2. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M80} = X70. - X10. = X60.$; $Y_{M80} = Y30. + Y30. = Y60.$</p>



Durch 2 Versatzbefehle werden zwei Wiederholungen programmiert. Da jeder Versatzbefehl eine Nullpunktverschiebung beinhaltet (Versatzkoordinaten), erfolgt an der programmierten Position (dünne Kontur) keine Abarbeitung.

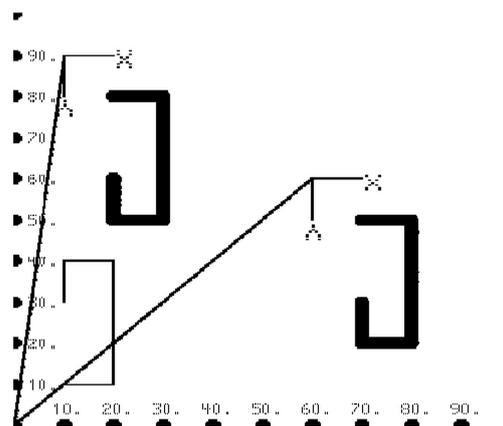


Abb. 64: Zwei gefräste Muster

Hinweis

Die **dicken Linien** zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle. Die **dünnen Linien** dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Teileprogramms.

M90: Versatz mit Drehung um 180°

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M90	Programmabschnitt versetzen und um 180° drehen	
Argument	Beschreibung	
xy	Versatzkoordinaten	

Mit dem M90-Befehl werden ein Versatz und eine Drehung programmiert.

- ▶ Die Versatzkoordinaten definieren den neuen Nullpunkt des geklammerten Programmabschnitts.
- ▶ Befindet sich am Ende eines Programmabschnitts mindestens ein Versatzbefehl, erfolgt die Abarbeitung des Programmabschnitt ausschließlich unter Verwendung der Versatzbefehle.

Versatzkoordinaten berechnen

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.

- ▶ $X_{M90} = X_{Soll} + X_{Ist}$
- ▶ $Y_{M90} = Y_{Soll} + Y_{Ist}$

Beispiel

Die programmierte Fräskontur soll zweimal versetzt abgearbeitet werden. Außerdem soll jedes Muster um 180° gedreht werden. Die Achsversion der Maschine entspricht der Version 1.

- ▶ Nullpunkt des 1. Musters = X40.Y90.
- ▶ Nullpunkt des 2. Musters = X80.Y60.
- ▶ Notwendige Versatzbedingung = M90

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

```
X10. Y 30. T0 T2 M31
```

Anfang der Fräskontur. Da sich am Ende des Abschnitts Versatzbefehle befinden, wird der Abschnitt nur unter Berücksichtigung der Versatzkoordinaten abgearbeitet.

```
X10. Y40. G1 F1.
```

Position der 1. Abarbeitung: X30.Y50.; Position der 2. Abarbeitung: X70.Y20.

```
X20. Y40.
```

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y50.; Position der 2. Abarbeitung: X60.Y20.

```
X20. Y10.
```

Position der 1. Abarbeitung: X20.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X60.Y50.

```
X10. Y10.
```

Position der 1. Abarbeitung: X30.Y80.; Position der 2. Abarbeitung: X70.Y50.

```
X10. Y10. T0
```

Ende der Fräskontur

```
X40. Y90. M90
```

1. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M90} = X30. + X10. = X40.$; $Y_{M90} = Y60. + Y30. = Y90.$

```
X80. Y60. M90 M30
```

2. Versatzblock. Die XY-Koordinaten werden auf jede Koordinate des obigen Abschnitts addiert und dann abgearbeitet. $X_{M90} = X70. + X10. = X80.$; $Y_{M90} = Y30. + Y30. = Y60.$

Durch 2 Versatzbefehle werden zwei Wiederholungen programmiert. Da jeder Versatzbefehl eine Nullpunktverschiebung beinhaltet (Versatzkoordinaten), erfolgt an der programmierten Position (dünne Kontur) keine Abarbeitung.

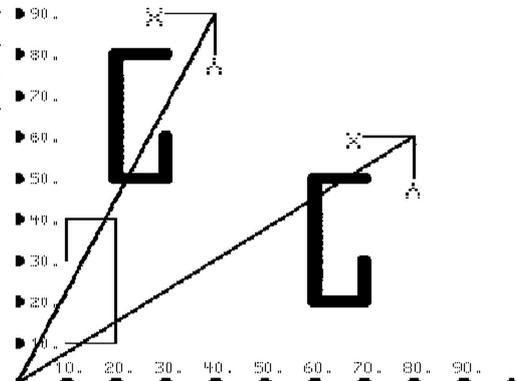


Abb. 65: Zwei gefräste Muster

Hinweis

Die **dicken Linien** zeigen die programmierten Konturen unter Berücksichtigung der Versatzbefehle. Die **dünne Linien** dienen nur der Übersicht. Sie sind nicht Bestandteil des Teileprogramms.



6 Unterprogramme

Ein Unterprogramm ist immer dann zweckmäßig, wenn ein Programmabschnitt

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

Voraussetzung

Ab Format 5000 können Unterprogramme definiert und abgearbeitet werden.

Die CNC kann Unterprogramme abarbeiten. Die SIEB & MEYER-Steuerungen CNC 4x.00, CNC 8x.00 und alle nachfolgenden CNC-Generationen beherrschen die Unterprogrammtechnik.

Hinweise zur Erstellung von Unterprogrammen

- ▶ Unterprogramme (Dateiextension .SS5) können mit einem ASCII-Editor erstellt und bearbeitet werden.
- ▶ Unterprogramme werden durch den Unterprogrammnamen gekennzeichnet. In der Unterprogrammdatei wird der Unterprogrammname zusätzlich durch ein vorangestelltes @-Zeichen programmiert (z. B.: @BEISPIEL-UNTERPROGRAMM). Der Name eines Unterprogramms muss im Teileprogramm exakt dem Namen in der Unterprogrammdatei entsprechen.
- ▶ Ein Unterprogramm wird im Teileprogramm oder durch ein anderes Unterprogramm aufgerufen. Ein Unterprogramm darf sich jedoch nicht selbst aufrufen.
- ▶ Je nach CNC-Konfiguration darf eine Unterprogrammdatei nur ein oder mehrere Unterprogramme enthalten.
- ▶ Eine SIEB & MEYER Unterprogrammdatei im Format 5000 kann ein oder mehrere Unterprogramme enthalten. Jedes Unterprogramm beginnt mit der Zeile "@upname". Diese Dateien werden vor Produktionsbeginn manuell geladen. In der CNC 44.00 bleiben die Unterprogramme auch nach dem Ausschalten im Arbeitsspeicher erhalten.
- ▶ Unterprogramme werden mit dem M99-Befehl aufgerufen. Zwischen dem M99-Befehl und dem Unterprogrammnamen muss ein Trennkomma stehen (z. B.: X100.Y100.M99,BEISPIEL-UNTERPROGRAMM).
- ▶ Zusätzliche Befehle (z. B. Werkzeugwechsel T, Klammerbefehl M31 usw.) müssen vor dem M99-Befehl programmiert sein, da sie andernfalls als Unterprogrammname interpretiert werden.
- ▶ Maximal 6 (CNC 8x.00) Klammerebenen dürfen geschachtelt werden. Der Aufruf des Unterprogramms wird als eine Schachtelungstiefe gezählt.
- ▶ 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).
- ▶ Der Speicherort für Unterprogramme kann in der CNC festgelegt werden.

Hinweise zu den Steuerungen

Der Umgang mit Unterprogrammen ist abhängig von der eingesetzten CNC und der dort vorgenommenen Konfiguration.

CNC	CNC-Befehl	Arbeitsweise
CNC 25.05	–	Nicht verfügbar
CNC 35.00	–	Nicht verfügbar

CNC	CNC-Befehl	Arbeitsweise
CNC 44.00	Standard	Alle benötigten Unterprogramme befinden sich vor Starten einer Abarbeitung im Speicher der CNC.
CNC 45.00	Standard	Alle benötigten Unterprogramme befinden sich vor Starten einer Abarbeitung im Speicher der CNC.
CNC 46.00 CNC 48.00 System 56.00	CSUB	Jedes Unterprogramm befindet sich in einer separaten Datei. Der Dateiname und der Unterprogrammname sind identisch (außer "@").
CNC 8x.00	NOCSUB	Alle benötigten Unterprogramme befinden sich vor Starten einer Abarbeitung im Speicher der CNC.

Hinweis

Der Einsatz einer CAD/CAM-Software macht in vielen Fällen den Einsatz von Unterprogrammen überflüssig!

M99: Unterprogramm aufrufen

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy M99, <i>name</i>	Unterprogramm im Teileprogramm aufrufen
@ <i>name</i>	Unterprogramm definieren (innerhalb der Unterprogrammdatei)

Argument	Beschreibung
xy	Nullpunkt des Unterprogramms
<i>name</i>	Name des Unterprogramms (Großbuchstaben und Ziffern)

Mit dem Befehl M99 wird das Unterprogramm *name* aufgerufen. Das laufende Teileprogramm wird dafür zeitweilig verlassen, um das Unterprogramm abzuarbeiten.

Das Unterprogramm wird relativ zu den im Programmblock angefügten Koordinaten XxYy abgearbeitet. D.h., die definierten XY-Koordinaten legen den Nullpunkt des Unterprogramms fest. Diese Werte werden während der Abarbeitung auf alle Koordinaten des Unterprogramms addiert.

Hinweise zur Programmierung:

- ▶ Programmieren Sie die Koordinaten innerhalb des Unterprogramms von einem neutralen Nullpunkt aus.
- ▶ Die tatsächliche Koordinatenlage wird durch die XY-Werte des M99-Aufrufs festgelegt.

Allgemeine Hinweise zur Erstellung von Unterprogrammen siehe [Kapitel 6 „Unterprogramme“, Seite 96](#).

Beispiel

In einer Unterprogrammdatei befinden sich zwei Unterprogramme:

- ▶ RESET: Liste von CNC-Befehlen, die auf einen Standardwert gesetzt werden.
- ▶ FINAL: Löcher für die Plattennachbearbeitung bohren (Galvanik, Bestückung usw.).

Randbedingung	Einstellung
Format	5000



@RESET	Beginn des Unterprogramms RESET
M49,NOFA	Programmnullpunkt zurücksetzen
M49,NORA	Rotationswerte zurücksetzen
M49,NOSA	Skalierwerte zurücksetzen
...	
@FINAL	Beginn des Unterprogramms FINAL
XYT99	
XY500.	
X300.Y500.	
X300.Y	

Um das Unterprogramm im Teileprogramm aufzurufen, geben Sie den exakten Namen der Unterprogrammdatei an. Die Koordinatenwerte werden als Versatzwerte programmiert.

%%5000	Teileprogramm im Format 5000
XYM99,RESET	Unterprogramm RESET ausführen
M49,FAX123.432Y256.753	Beispiel einer Programmnullpunkteinstellung per CNC-Befehl
...	
XYM99,FINAL	Unterprogramm FINAL ausführen
XYM99,RESET	Unterprogramm RESET noch einmal ausführen

Hinweise zum Unterprogramm **RESET**

- ▶ Dieses Unterprogramm ist sinnvoll, wenn innerhalb eines Teileprogramms Einstellungen mit CNC-Befehlen vorgenommen werden.
- ▶ Um zu gewährleisten, dass für jede Abarbeitung identische Bedingungen vorliegen, werden am Programmanfang alle CNC-Befehle auf Standardwerte gesetzt.
- ▶ Müssen Sie irgendwann in einem beliebigen Programm einen neuen CNC-Befehl verwenden, ergänzen Sie lediglich die Befehlsliste im Unterprogramm RESET.
- ▶ Dadurch stellen Sie sicher, dass dieser neue CNC-Befehl bei der Abarbeitung eines anderen Programms nicht zu Problemen führt.
- ▶ Sicherheitshalber werden bei einem normalen Beenden der Abarbeitung alle CNC-Einstellungen wieder zurückgesetzt.

Hinweise zum Unterprogramm **FINAL**

- ▶ Werden zusätzliche Löcher für die Nachbearbeitung einer Platte benötigt, ist es sinnvoll diese in einem Unterprogramm zu speichern.
- ▶ Müssen nach einer Umstellung der Produktionsmittel die Löcher an einer anderen Position gebohrt werden, braucht lediglich das Unterprogramm angepasst werden.

Verwandte Themen

[@: Unterprogramm definieren, Seite 98](#)

@: Unterprogramm definieren

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy M99, <i>name</i>	Unterprogramm im Teileprogramm aufrufen
@ <i>name</i>	Unterprogramm definieren (innerhalb der Unterprogrammdatei)

Argument	Beschreibung
<i>xy</i>	Nullpunkt des Unterprogramms
<i>name</i>	Name des Unterprogramms (Großbuchstaben und Ziffern)

Unterprogramm aufrufen

Der Aufruf eines Unterprogramms erfolgt mit dem M99-Befehl.

- ▶ Die XY-Koordinaten definieren den Nullpunkt des Unterprogramms. Diese Werte werden während der Abarbeitung auf alle Koordinaten des Unterprogramms addiert.
- ▶ Der Name eines Unterprogramms muss im Teileprogramm exakt dem Namen in der Unterprogrammdatei entsprechen.
- ▶ In der Unterprogrammdatei muss dem Namen ein „@“-Zeichen voran gestellt werden.
- ▶ Innerhalb eines Teileprogramms dürfen beliebig viele Unterprogrammaufrufe programmiert sein.
- ▶ Der physikalische Zugriff auf ein Unterprogramm erfolgt abhängig von der CNC und der dort vorgenommenen Konfiguration.
- ▶ Die maximale Schachtelungstiefe von 6 (CNC 8x.00) Ebenen darf nicht überschritten werden. Einschließlich Klammern innerhalb eines Unterprogramms. Der Unterprogrammaufruf wird ebenfalls als 1 Schachtelungstiefe gezählt.
- ▶ Ein Unterprogramm darf ein anderes Unterprogramm aufrufen (beachten Sie die Schachtelungstiefe).
- ▶ Rekursion ist verboten! Das heißt: Ein Unterprogramm darf sich nicht selbst aufrufen (auch nicht indirekt).

Unterprogramm definieren

Unterprogramme werden in einer oder mehreren Unterprogrammdateien gespeichert.

- ▶ Je nach CNC-Konfiguration darf eine Unterprogrammdatei nur ein oder mehrere Unterprogramme enthalten.
- ▶ Jedes Unterprogramm beginnt mit dem Namen des Unterprogramms.
- ▶ Dem Namen muss das „@“-Zeichen vorangestellt sein.
- ▶ Der Unterprogrammname darf beliebig lang sein.
- ▶ Anschließend folgt das eigentliche Unterprogramm.
- ▶ Im Unterprogramm sind sämtliche Befehle des SIEB & MEYER-Befehlssatzes erlaubt.
- ▶ Ein Unterprogramm endet, wenn ein neues Unterprogramm beginnt.
- ▶ Innerhalb eines Unterprogramms darf ein anderes Unterprogramm aufgerufen werden (allerdings keine Rekursion).

Hinweise zur Programmierung

Die Programmierung eines Unterprogramms ist immer dann sinnvoll, wenn ein bestimmter Programmabschnitt wiederholt innerhalb eines Programms oder in verschiedenen Programmen programmiert werden müsste.

- ▶ Programmieren Sie die Koordinaten innerhalb des Unterprogramms von einem neutralen Nullpunkt aus.
- ▶ Die tatsächliche Koordinatenlage wird durch die XY-Werte des M99-Aufrufs festgelegt.

Hinweise zu den Steuerungen

Der Umgang mit Unterprogrammen ist abhängig von der eingesetzten CNC und der dort vorgenommenen Konfiguration.

CNC	CNC-Befehl	Arbeitsweise
CNC 25.05	–	Nicht verfügbar
CNC 35.00	–	Nicht verfügbar
CNC 44.00	Standard	Alle benötigten Unterprogramme befinden sich vor Starten einer Abarbeitung im Speicher der CNC.
CNC 45.00	Standard	Alle benötigten Unterprogramme befinden sich vor Starten einer Abarbeitung im Speicher der CNC.
CNC 46.00 CNC 48.00 System 56.00	CSUB	Jedes Unterprogramm befindet sich in einer separaten Datei. Der Dateiname und der Unterprogrammname sind identisch (außer "@").
CNC 8x.00	NOCSUB	Alle benötigten Unterprogramme befinden sich vor Starten einer Abarbeitung im Speicher der CNC.

Hinweis

Der Einsatz einer CAD/CAM-Software macht in vielen Fällen den Einsatz von Unterprogrammen überflüssig!

Beispiel

In einer Unterprogrammdatei befinden sich zwei Unterprogramme:

- ▶ RESET: Liste von CNC-Befehlen, die auf einen Standardwert gesetzt werden.
- ▶ FINAL: Löcher für die Plattennachbearbeitung (Galvanik, Bestückung usw.).

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

@RESET	Beginn des Unterprogramms "RESET"
M49,NOFA	Programmnullpunkt zurücksetzen
M49,NORA	Rotationswerte zurücksetzen
M49,NOSA	Skalierwerte zurücksetzen
...	
@FINAL	Beginn des Unterprogramms "FINAL"
XYT99	
XY500.	
X300.Y500.	
X300.Y	

Im Teileprogramm erfolgt der Aufruf der Unterprogramme unter Verwendung der exakten Unterprogrammnamen. Die Koordinatenwerte werden als Versatzwerte programmiert.

%%5000	Teileprogramm im Format 5000
XYM99,RESET	Unterprogramm "RESET" ausführen

```
M49, FAX123.432Y256.753
```

```
...
```

```
XYM99, FINAL
```

```
XYM99, RESET
```

Beispiel einer Programmnullpunkteinstellung per CNC-Befehl

Unterprogramm "FINAL" ausführen

Unterprogramm "RESET" noch einmal ausführen

Hinweise zum Unterprogramm **RESET**

- ▶ Dieses Unterprogramm ist sinnvoll, wenn innerhalb eines Teileprogramms Einstellungen mit CNC-Befehlen vorgenommen werden.
- ▶ Um zu gewährleisten, dass für jede Abarbeitung identische Bedingungen vorliegen, werden am Programmanfang alle CNC-Befehle auf Standardwerte gesetzt.
- ▶ Müssen Sie irgendwann in einem beliebigen einen neuen CNC-Befehl verwenden, ergänzen Sie lediglich die Befehlsliste im Unterprogramm RESET.
- ▶ Dadurch stellen Sie sicher, dass dieser neue CNC-Befehl bei der Abarbeitung eines anderen Programms nicht zu Problemen führt.
- ▶ Sicherheitshalber werden bei einem normalen Beenden der Abarbeitung alle CNC-Befehle wieder zurück gesetzt.

Hinweise zum Unterprogramm **FINAL**

- ▶ Werden zusätzliche Löcher für die Nachbearbeitung einer Platte benötigt, ist es sinnvoll diese in einem Unterprogramm zu speichern.
- ▶ Müssen nach einer Umstellung der Produktionsmittel die Löcher an einer anderen Position gebohrt werden, braucht lediglich das Unterprogramm angepasst werden.

Verwandte Themen

[M99: Unterprogramm aufrufen, Seite 97](#)

7 Werkzeugbruch

M94: Werkzeugbruchüberwachung ausschalten

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy M94	Werkzeugbruchüberwachung ausschalten
XxYy M95	Werkzeugbruchüberwachung einschalten

Argument	Beschreibung
xy	Für die Koordinaten im Block gilt bereits die Funktion

Voraussetzung

Der CNC-Befehl PRGM,-I ist geschaltet!

Mit diesem Befehl schalten Sie die Werkzeugbruchüberwachung aus.

Verwandte Themen

[M95: Werkzeugbruchüberwachung einschalten, Seite 102](#)

M95: Werkzeugbruchüberwachung einschalten

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy M94	Werkzeugbruchüberwachung ausschalten
XxYy M95	Werkzeugbruchüberwachung einschalten

Argument	Beschreibung
xy	Für die Koordinaten im Block gilt bereits die Funktion

Voraussetzung

Der CNC-Befehl PRGM,-I ist geschaltet!

Mit diesem Befehl schalten Sie die Werkzeugbruchüberwachung ein.

Verwandte Themen

[M94: Werkzeugbruchüberwachung ausschalten, Seite 102](#)

8 Verschiedene Befehle

8.1 Bezugspunkte für Koordinaten

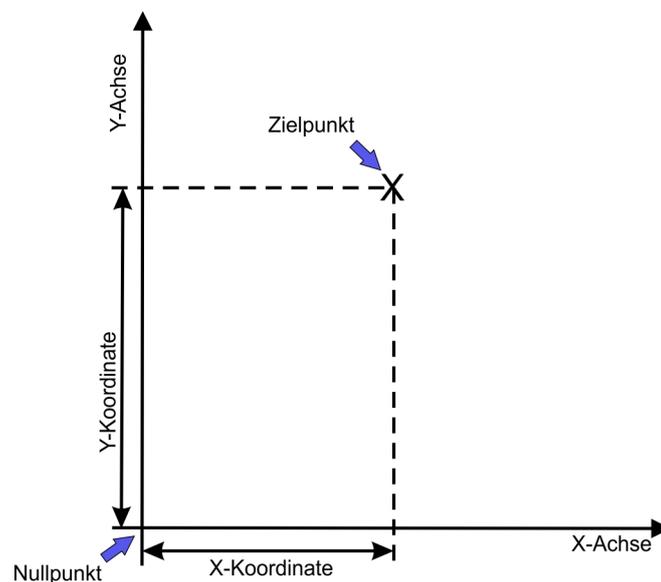
Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen der Bezugspunkt der programmierten Koordinaten geändert werden kann (absolut/inkremental).

G90: Absolute Arbeitskoordinaten

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G90	Absolute Interpretation der Koordinatenangaben	
Argument	Beschreibung	
xy	Arbeitskoordinate	
Die Einstellung „absolut“ wirkt bereits für die aktuelle Programmzeile.		

Mit dem G90-Befehl definieren Sie, dass alle folgenden Koordinatenangaben auf den aktuellen Programmnullpunkt bezogen werden.

- ▶ Die G90-Einstellung ist die Standardeinstellung.
- ▶ In SIEB & MEYER Teileprogrammen wirkt G90/G91 ab dem Block, in dem die Befehle programmiert sind.
- ▶ Um einen Zielpunkt zu beschreiben, müssen Sie die gesamte Strecke zum Programmnullpunkt auf der X- und Y-Achse angeben.



Hinweis

- ▶ Versatzkoordinaten müssen immer als Absolutwerte programmiert werden.
- ▶ Vor der Abarbeitung eines Versatzbefehls schaltet die CNC automatisch auf die absolute Interpretation um.



Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X20.Y-30. T0T5 M31	Absolute Arbeitskoordinate
X20.Y-20. G1F1.2G42	
X30.Y-20.	
X30.Y	
X20.Y	
X20.Y30.	
X-20.Y10.	
Y-20.X G91	Inkrementale Arbeitskoordinate
X-20.Y	
XY-10.	
X10.Y-10.	
X20.Y-30. G90	Absolute Arbeitskoordinate
X20.Y-30. T0	
(FINAL OFFSET)	
X80.Y70.M50M30	Absolute Versatzkoordinate

Verwandte Themen

[G91: Inkrementale Arbeitskoordinate, Seite 104](#)

G91: Inkrementale Arbeitskoordinate

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G91	Inkrementale Arbeitskoordinate	
Argument	Beschreibung	
xy	Arbeitskoordinate	
Die Einstellung „inkremental“ wirkt bereits für die aktuelle Programmzeile.		

Mit dem G91-Befehl definieren Sie, dass alle folgenden Koordinaten relativ zueinander interpretiert werden, d.h. der aktuelle Koordinatenwert bezieht sich auf die vorherige Position. Diese Referenz wird bei folgenden Aktionen auf den aktuellen Bezugspunkt gesetzt:

- ▶ bei einem Systemstart
- ▶ am Ende des Teileprogramms
- ▶ am Ende eines Step-and-Repeat-Musters.
- ▶ In SIEB & MEYER Teileprogrammen wirkt G90/G91 ab dem Block, in dem die Befehle programmiert sind.

Die erste Koordinate bei einer relativen Koordinatenangabe bezieht sich auf die zuletzt verwendete absolute Koordinate. Am Programmanfang wird die letzte verwendete absolute Koordinate auf X0Y0 (Programmnullpunkt) gesetzt.

Inkrementale Koordinaten werden immer zur letzten Koordinate angegeben. Diese Koordinate dient als Referenz für den Zielpunkt. Die Koordinaten werden als Veränderung der X- und Y-Achse zum Referenzpunkt angegeben.

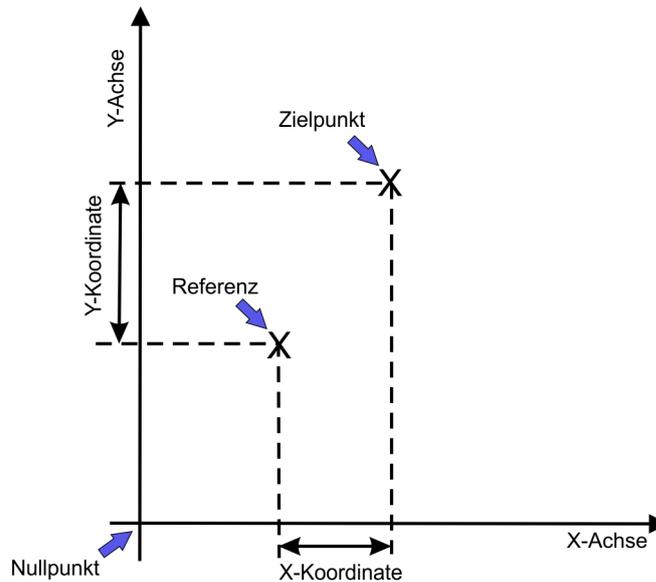


Abb. 66: Arbeitskoordinaten

Hinweis

Vor der Abarbeitung eines Versatzbefehls schaltet die CNC automatisch auf die absolute Interpretation um.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

X20.Y-30. T0T5 M31	Absolute Arbeitskoordinate
X20.Y-20. G1F1.2G42	
X30.Y-20.	
X30.Y	
X20.Y	
X20.Y30.	
X-20.Y10.	
Y-20.X G91	Inkrementale Arbeitskoordinate
X-20.Y	
XY-10.	
X10.Y-10.	
X20.Y-30. G90	Absolute Arbeitskoordinate
X20.Y-30. T0	
(FINAL OFFSET)	
X80.Y70.M50M30	Absolute Versatzkoordinate

Verwandte Themen

[G90: Absolute Arbeitskoordinaten, Seite 103](#)

8.2 Bohrhub einstellen

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen innerhalb eines Teileprogramms die Einstellungen für die Fahr- und Arbeitsebenen programmiert werden können.

H: Absolute Fahrebene

1000	3000	5000
-	H1 = 0.01 mm	H1 = 0.001 mm

Befehl	Beschreibung
XxYy Hh	Absolute Fahrebene

Argument	Beschreibung
xy	Ab dieser Koordinate wirkt die neue Ebene
h	Distanz von der Tischoberfläche zur absoluten Fahrebene (oberhalb der Platte) <ul style="list-style-type: none"> ▶ Nur positive Werte sind zulässig. ▶ Die Einheit hängt ab vom eingestellten Format. <ul style="list-style-type: none"> - Einheit im Format 3000: 0.01 mm (Millimeterpunkt erlaubt) - Einheit ab Format 5000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt)

Hinweis

Während der Abarbeitung überschreiben die programmierten H-, K- und Z-Werte die manuellen Einstellungen. Stellen Sie sicher, dass nach Beenden einer Abarbeitung korrekte Einstellungen wieder hergestellt werden, um ein problemloses Positionieren der XY-Achsen zu gewährleisten!

Absolute Fahrebene

Die Bezugsebene für die absolute Fahrebene ist die Z0-Ebene (z. B. die Tischoberfläche).

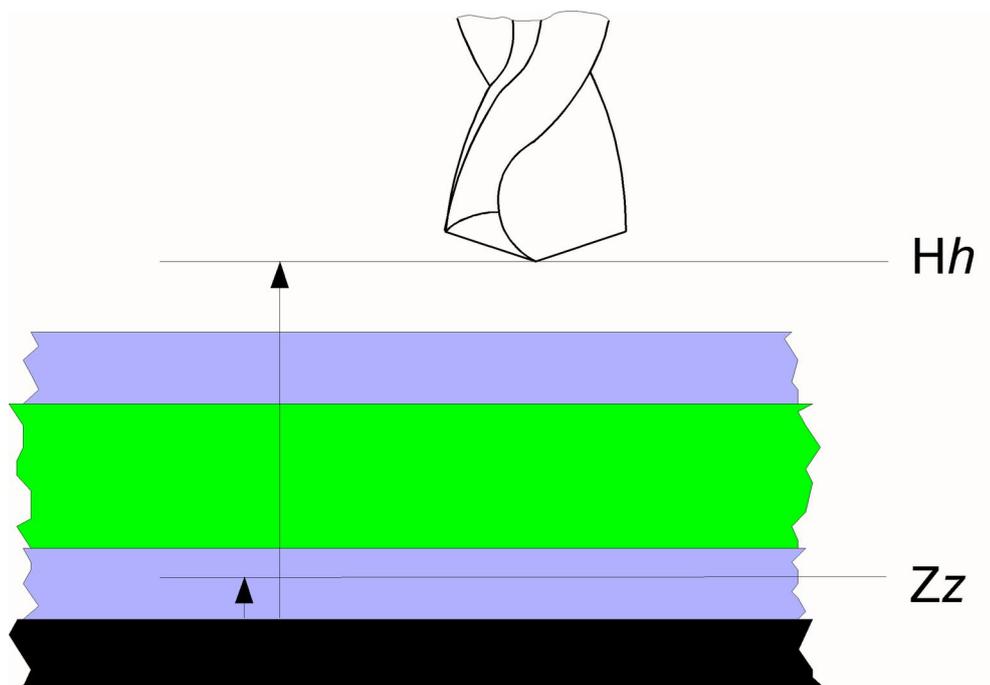


Abb. 67: Absolute Fahrebene

Mit dem H-Wert wird die absolute Fahrebene definiert.

- ▶ Bezugsebene = Z0 (normalerweise die Tischoberfläche)
- ▶ Nach jedem Bohrhub wird die Z-Achse bis zur Fahrebene hochgezogen.
- ▶ Das Werkzeug und der Niederhalter befinden sich soweit oberhalb des Werkstückes, dass gefahrlos die nächste Arbeitsposition angefahren werden kann.
- ▶ In Verbindung mit der QUIK-Funktion (relative Fahrebene) stellt der H-Wert die oberste Grenze für den Z-Achsenhub dar.

Verwandte Themen

[Z: Absolute Arbeitsebene. Seite 108](#)

K: Relative Arbeitsebene

1000	3000	5000
-	K1 = 0.01 mm	K1 = 0.001 mm

Befehl	Beschreibung
XxYy Kk	Relative Arbeitsebene (Eintauchtiefe)

Argument	Beschreibung
xy	Ab dieser Koordinate wirkt die neue Ebene
k	Distanz von der Plattenoberfläche zur relativen Arbeitsebene <ul style="list-style-type: none"> ▶ Nur positive Werte sind zulässig. ▶ Die Einheit hängt ab vom eingestellten Format. <ul style="list-style-type: none"> – Einheit im Format 3000: 0.01 mm (Millimeterpunkt erlaubt) – Einheit ab Format 5000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt)

Relative Arbeitsebene



Wichtig

Während der Abarbeitung überschreiben die programmierten H-, K- und Z-Werte die manuellen Einstellungen. Stellen Sie sicher, dass nach Beenden einer Abarbeitung korrekte Einstellungen wieder hergestellt werden, um ein problemloses Positionieren der XY-Achsen zu gewährleisten.

Voraussetzung

Die Maschine ist mit einer Einrichtung zur Tiefensteuerung ausgestattet (z. B. Kontaktbohrereinrichtung, zweites Messsystem, usw.).

Die Bezugsebene für die relative Arbeitsebene ist die K0-Ebene (z. B. die Plattenoberfläche).

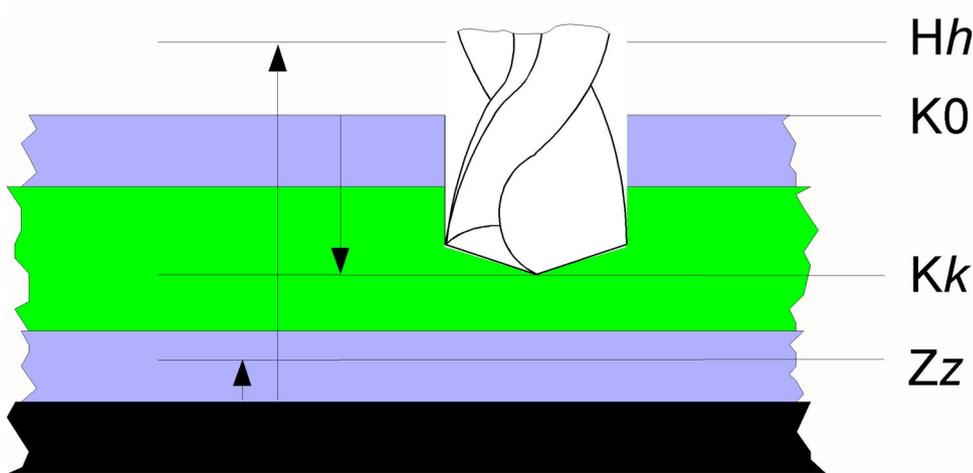


Abb. 68: Relative Arbeitsebene

Mit dem K-Wert wird die relative Arbeitsebene für die Tiefensteuerung definiert.

- ▶ Bezugsebene = K0 (Plattenoberfläche)
- ▶ Die relative Arbeitsebene wird auch als Eintauchtiefe bezeichnet und nach unten durch den Z-Wert begrenzt.
- ▶ Die Tiefensteuerung wird mit dem G83-Befehl ein- und mit dem G82-Befehl ausgeschaltet.
- ▶ Bei einem Arbeitsschritt (bohren/fräsen) wird die Z-Achse bis zur Arbeitsebene abgesenkt.

Verwandte Themen

[Z: Absolute Arbeitsebene, Seite 108](#)

Z: Absolute Arbeitsebene

1000	3000	5000
-	Z1 = 0.01 mm	Z1 = 0.001 mm

Befehl	Beschreibung
XxYy Zz	Absolute Arbeitsebene

Argument	Beschreibung
xy	Ab dieser Koordinate wirkt die neue Ebene
z	Distanz von der Tischoberfläche zur absoluten Arbeitsebene <ul style="list-style-type: none"> ▶ Nur positive Werte sind zulässig. ▶ Die Einheit hängt ab vom eingestellten Format. <ul style="list-style-type: none"> - Einheit im Format 3000: 0.01 mm (Millimeterpunkt erlaubt) - Einheit ab Format 5000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt)

Hinweis

Während der Abarbeitung überschreiben die programmierten H-, K- und Z-Werte die manuellen Einstellungen. Stellen Sie sicher, dass nach Beenden einer Abarbeitung korrekte Einstellungen wieder hergestellt werden, um ein problemloses Positionieren der XY-Achsen zu gewährleisten!

Absolute Arbeitsebene

Die Bezugsebene für die absolute Arbeitsebene ist die Z0-Ebene (z. B. die Tischoberfläche).

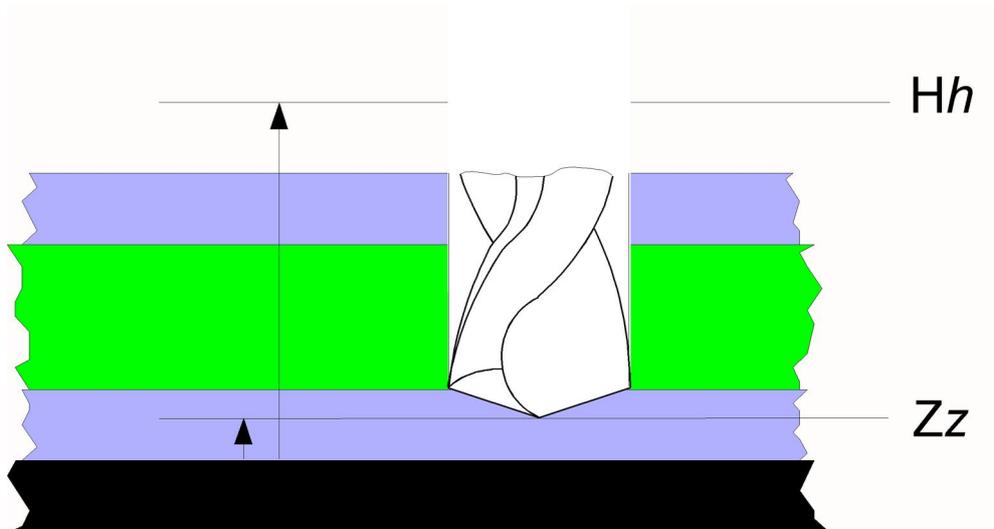


Abb. 69: Absolute Arbeitsebene

Mit dem Z-Wert wird die absolute Arbeitsebene definiert.

- ▶ Bezugsebene = Z0 (normalerweise die Tischoberfläche)
- ▶ Bei einem Arbeitsschritt (bohren/fräsen) wird die Z-Achse bis zur Arbeitsebene abgesenkt.
- ▶ In Verbindung mit der Tiefensteuerung (relative Arbeitsebene) stellt der Z-Wert die unterste Grenze für das Absenken der Z-Achse dar.

Verwandte Themen

[H: Absolute Fahrbene, Seite 106](#)

[K: Relative Arbeitsebene, Seite 107](#)

8.3 Maschinenfunktionen

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen Funktionsabläufe innerhalb der Maschine ausgelöst werden können.

Mxx: Maschinenfunktion ausführen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
M22	Maschinenfunktion M22 ausführen	
...	...	
M27	Maschinenfunktion M27 ausführen	
M34	Maschinenfunktion M34 ausführen	
...	...	
M41	Maschinenfunktion M41 ausführen	
M52	Maschinenfunktion M52 ausführen	
...	...	
M55	Maschinenfunktion M55 ausführen	
M49,M101	Maschinenfunktion M101 ausführen	
...	...	
M49,M116	Maschinenfunktion M116 ausführen	



ACHTUNG

Beschädigung der Maschine

Unsachgemäße Benutzung kann Beschädigungen an der Maschine verursachen!

→ Verwenden Sie eine Maschinenfunktion nur nach Rücksprache mit dem Maschinenhersteller!

Mit diesen Befehlen werden Funktionen ausgeführt, die vom Maschinenhersteller programmiert wurden.

- ▶ Die Anzahl der Maschinenfunktion ist abhängig vom Maschinentyp.
- ▶ Die Wirkung der Maschinenfunktionen entnehmen Sie bitte den Unterlagen des Maschinenherstellers.
- ▶ Die Abarbeitung einer Maschinenfunktion erfolgt nach der Ausführung der Programmzeile, in dem die Funktion programmiert ist.
- ▶ Maschinenfunktionen dürfen nicht innerhalb einer Fräskontur ausgeführt werden. Dies kann zu fehlerhaften Fräsergebnissen führen.

Beispiel

Folgende Maschinenfunktionen sollen ausgeführt werden.

Maschinenfunktion	Position im Programm
M38	Programmanfang
M34	An jedem Fräsanfang
M35	An jedem Fräsende
M39	Programmende

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```

%%5000
M38                                Programmanfang
X0Y0
M34
X..Y..T0T1                         Fräsanfang
...
X..Y..T0                             Fräsende
M35
M34
X..Y..T0T1                         Fräsanfang
...
X..Y..T0                             Fräsende
M35
M34
X..Y..T0T1                         Fräsanfang
...
X..Y..T0                             Fräsende
M35
    
```

X0Y0 Programmende
M39

M20: Bedingter Stopp

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M20	Die Maschine stoppt, wenn die Funktion "Optionaler Stopp" eingeschaltet ist	
Argument	Beschreibung	
xy	Vor der Abarbeitung dieser Koordinate wird die Maschine gestoppt	

Mit diesem Befehl können Sie eine Stopp-Bedingung im Teileprogramm programmieren.

- ▶ Die Abarbeitung wird unterbrochen, wenn in einer SIEB & MEYER-Steuerung die Funktion „Optionaler Stopp“ eingeschaltet ist.
- ▶ Die Maschine wartet, bis vorherige Bohr-, Fräs- und Bewegungsbefehle abgeschlossen sind.
- ▶ Die Maschine fährt auf den Maschinennullpunkt oder xy (wenn Koordinaten angegeben sind).
- ▶ Auf der Statusleiste der Benutzeroberfläche erscheint die Meldung „Optionaler Stopp“.
- ▶ Nach Drücken der START-Taste wird die Abarbeitung fortgesetzt.
- ▶ Die Programmierung des Befehls ist nur erlaubt
 - in Bohrblöcken und
 - in einem T0-Block einer Frässtrecke

M21: Ausgang M21 einschalten

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M21	Ausgang M21 einschalten	
Argument	Beschreibung	
xy	Während der Abarbeitung dieser Koordinate wird der Ausgang M21 eingeschaltet	

ACHTUNG

Beschädigung der Maschine

Unsachgemäße Benutzung kann Beschädigungen an der Maschine verursachen!

- Verwenden Sie eine Maschinenfunktion nur nach Rücksprache mit dem Maschinenhersteller!

Mit dem M21-Befehl wird der Ausgang M21 eingeschaltet.

- ▶ Der Ausgang bleibt eingeschaltet bis zum Beginn der nachfolgenden Programmzeile.
- ▶ Während des Fräsens kann der Ausgang M21 für die Bearbeitungszeit von zwei Programmzeilen eingeschaltet sein (Ecke runden, Spitze brechen und Verbindungsbogen)



- ▶ Nähere Informationen entnehmen Sie bitte den Unterlagen des Maschinenherstellers.

M28: Fahren auf den Maschinennullpunkt

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M28	XY-Achsen auf den Maschinennullpunkt fahren	
Argument	Beschreibung	
xy	Nach Abarbeitung der Koordinate startet die Positionierung	

Mit diesem Befehl werden die XY-Achsen auf den Maschinennullpunkt gefahren.

- ▶ Der Maschinennullpunkt ist identisch mit dem Kalibrierpunkt.
- ▶ Abhängig vom Maschinentyp wird vorher das Werkzeug abgelegt.
- ▶ Die Spindeln werden abgebremst.
- ▶ Die Absaugvorrichtung wird ausgeschaltet.
- ▶ Nach Drücken der START-Taste wird die Abarbeitung fortgesetzt.
- ▶ Für die Programmierung gilt:
 - Der Befehl kann allein ohne und mit XY-Koordinaten in einer Zeile stehen: Steht der Befehl ohne XY-Koordinaten, fahren die XY-Achsen direkt auf den Maschinennullpunkt. Wird der Befehl mit XY-Koordinaten programmiert, fahren die XY-Achsen erst auf die angegebene XY-Position und danach auf den Maschinennullpunkt.
 - Die Programmierung des Befehls mit XY-Koordinaten ist nur in Bohrblöcken und Fräsblöcken erlaubt.
 - In einem T0-Block einer Frädstrecke ist die Angabe der XY-Koordinaten für den Befehl optional.

Verwandte Themen

[M29: Fahren auf die Parkposition, Seite 112](#)

M29: Fahren auf die Parkposition

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy M29	XY-Achsen auf die Parkposition fahren	
Argument	Beschreibung	
xy	Nach Abarbeitung der Koordinate erfolgt die Positionierung	

Mit dem M29-Befehl werden die XY-Achsen auf die Parkposition gefahren.

- ▶ Abhängig vom Maschinentyp wird das Werkzeug vorher abgelegt.
- ▶ Die Spindeln werden abgebremst.
- ▶ Die Absaugvorrichtung wird ausgeschaltet.
- ▶ Nach Drücken der START-Taste wird die Abarbeitung fortgesetzt.
- ▶ Für die Programmierung gilt:

- Der Befehl kann allein ohne und mit XY-Koordinaten in einer Zeile stehen: Steht der Befehl ohne XY-Koordinaten, fahren die XY-Achsen direkt auf die Parkposition.
Wird der Befehl mit XY-Koordinaten programmiert, fahren die XY-Achsen erst auf die angegebene XY-Position und danach auf die Parkposition.
- Die Programmierung des Befehls mit XY-Koordinaten ist nur in Bohrblöcken und Fräsblöcken erlaubt.
- In einem T0-Block einer Frästrecke ist die Angabe der XY-Koordinaten für den Befehl optional.

Verwandte Themen

[M28: Fahren auf den Maschinennullpunkt, Seite 112](#)

8.4 Programmablauf beeinflussen

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen der Ablauf einer Abarbeitung unterbrochen, bzw. optimale Einstellungen für die Produktion programmiert werden können.

M47: Bedienerhinweis anzeigen

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
M47, <i>text</i>	Abarbeitung stoppen und Bedienerhinweis anzeigen	
M47 <i>text</i>	Abarbeitung stoppen und Bedienerhinweis anzeigen	
M47,&P <i>text</i>	Auf die Parkposition fahren und Bedienerhinweis anzeigen	
M47,! <i>text</i>	Abarbeitung stoppen, Bedienerhinweis und zusätzliche Abfrage anzeigen	
Argument	Beschreibung	
<i>text</i>	Beliebiger Text ohne ^ < #	

Der Text des M47-Befehls wird als Meldung auf dem Bildschirm angezeigt. Die maximale Textlänge ist abhängig von der eingesetzten CNC.

- ▶ Die Maschine wird während der Abarbeitung gestoppt.
- ▶ Der programmierte Text wird auf dem Bildschirm angezeigt.
- ▶ Die nächste Zeile des Teileprogramms wird angezeigt.
- ▶ Nach Drücken der START-Taste wird die Abarbeitung fortgesetzt. Beginnt der M47-Text mit einem Ausrufezeichen "!", wird eine weitere Meldung angezeigt, die bestätigt werden muss (z. B. M47,!PLATTE WENDEN).
- ▶ Beginnt der M47-Text mit der Zeichenfolge "&P", werden die XY-Achsen vor der Bildschirmanzeige auf die Parkposition gefahren (z. B. M47,&PPLATTE WENDEN).
- ▶ Die Optionen Ausrufungszeichen und "&P" können beliebig kombiniert werden (z. B. M47,!&PPLATTE WENDEN oder M47,&P!PLATTE WENDEN).

Verwandte Themen

[M49: CNC-Befehl ausführen, Seite 114](#)



M49: CNC-Befehl ausführen

1000	3000	5000
-	•	•

Befehl	Beschreibung
M49, <i>command</i>	CNC-Befehl ausführen

Argument	Beschreibung
<i>command</i>	CNC-Befehl

Mit dem M49-Befehl kann ein CNC-Befehl programmiert werden.

- ▶ Die programmierten CNC-Befehle werden während der Abarbeitung automatisch ausgeführt.
- ▶ Die Programmierung des M49-Befehls erfolgt in einer separaten Programmzeile.
- ▶ Zwischen dem M49 und dem CNC-Befehl muss ein Trennkomma eingegeben werden.
- ▶ Die programmierten CNC-Befehle bleiben auch nach Beendigung der Abarbeitung eingeschaltet. Tipp: Mit Hilfe eines Unterprogramms können alle benutzten CNC-Befehle wieder auf Standardwerte gesetzt werden (siehe den M99-Befehl).
- ▶ Ist der CNC-Befehl COMM,E eingeschaltet, werden Fehlermeldungen während der Ausführung des Befehls angezeigt und die Abarbeitung wird abgebrochen.

Hinweise für die CNC 35.00

- ▶ Die CNC 35.00 interpretiert die M49-Befehle als M47-Befehle.
- ▶ 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.

Ausführbarkeit der CNC-Befehle

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

CNC-Befehl	Erklärung
MCOM	Nach dem Start mit Block, Bohrung oder Werkzeug werden auch die CNC-Befehle ausgeführt, die sich vor der Startposition befinden.
NOMCOM	Nach dem Start mit Block, Bohrung oder Werkzeug werden die CNC-Befehle nicht ausgeführt, die sich vor der Startposition befinden.

Beispiel

In einem Teileprogramm sind CNC-Befehle programmiert.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

<pre>M99, RESET M49, FV1 M49, CHEKX100.Y10.DXDY10. (PROGRAM START)</pre>	<p>Unterprogramm "RESET" aufrufen. Darin programmieren Sie die Standardeinstellungen aller CNC-Befehle</p> <p>Achsversion umschalten (hier Achsversion 1)</p> <p>Kontrollbohrungen definieren</p>
---	---

```
X3.56Y-1.02T1M31
...
M99, RESET
```

Arbeitsprogramm

Unterprogramm "RESET" aufrufen. Alle verwendeten CNC-Befehle werden wieder zurückgesetzt

Verwandte Themen

[M47: Bedienerhinweis anzeigen, Seite 113](#)

M58: Verbotene Bereiche

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYyM58Dd	Verbotenen Bereich definieren	
Argument	Beschreibung	
d	Durchmesser des Verbotenen Bereichs bzw. Kantenlänge <ul style="list-style-type: none"> ▶ Minimum = 0.001 mm ▶ Minimum = 0.0001 Zoll ▶ Maximum = beliebig 	
xy	Mittelpunkt des Verbotenen Bereichs	

M58

Voraussetzung

Der CNC-Befehl PRGM,C muss geschaltet sein.

Mit diesem Programmbefehl werden Verbotene Bereiche für den *Produktionsmodus* aktiviert. In den Verbotenen Bereichen darf während der Abarbeitung eines Teileprogramms nicht gebohrt werden. Liegt eine Bohrung in einem Verbotenen Bereich, wird diese ohne Fehlermeldung ausgelassen.

- ▶ Die Verbotenen Bereiche werden mithilfe eines Mittelpunkts xy und eines Durchmessers definiert. Der Durchmesser dient als Kantenlänge, da die Verbotenen Bereiche in der CNC als Quadrate behandelt werden.
- ▶ (Bis Softwareversion 12.02.001) Es können maximal 10 Verbotene Bereiche definiert werden.
(Ab Softwareversion 12.02.003) Es können maximal 99 Verbotene Bereiche definiert werden.
- ▶ (Ab Softwareversion 12.02.009) Der Programmbefehl M58 kann in einer Step-and-Repeat-Programmierung verwendet werden, wenn der CNC-Befehl FORB,A aktiv ist.
Wenn der CNC-Befehl FORB,M oder FORB,P aktiv ist, wird der Programmbefehl M58 in einer Step-and-Repeat-Programmierung nicht berücksichtigt und muss daher außerhalb von Step-and-Repeat programmiert werden.

Eine Definition der Verbotenen Bereiche und weitere Einstellungen können mit dem CNC-Befehl FORB vorgenommen werden. Weitere Informationen zum CNC-Befehl finden Sie im Handbuch CNC 8x.00 - CNC-Befehle.



8.5 Sonstige Befehle

Dieser Abschnitt enthält Befehle, die keinem anderen Thema zugeordnet werden können.

I: Interpolationsparameter I für Fräsbefehle

1000	3000	5000
I1 = 0.01 mm	I1 = 0.001 mm	I1 = 0.001 mm
Befehl	Beschreibung	
XxYy G2 IiJj	Kreisbogen fräsen I = X-Anteil des Radius J = Y-Anteil des Radius	
XxYy G3 IiJj	Kreisbogen fräsen I = X-Anteil des Radius J = Y-Anteil des Radius	
XxYy G49 IiJj	Rechteck ausfräsen I = Seitenlänge in X-Richtung J = Seitenlänge in Y-Richtung	
XxYy G50 IiJj	Rechteck ausfräsen I = Seitenlänge in X-Richtung J = Seitenlänge in Y-Richtung	
Argument	Beschreibung	
i, j	Die Einheit hängt ab vom eingestellten Format. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Einheit im Format 1000: 0.01 mm (kein Millimeterpunkt und kein negativer Wert erlaubt) ▶ Einheit im Format 3000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt) ▶ Einheit ab Format 5000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt) 	

Die Interpolationsparameter I und J werden für verschiedene Funktionen verwendet:

- ▶ Kreisbogen programmieren
- ▶ Rechteck programmieren
- ▶ Ausspänparameter programmieren
- ▶ alle
CNC-intern werden die Fräs- und Ausspänparameter in unterschiedlichen Variablen verwaltet. Dadurch bleiben jeweils die letzten Einstellungen erhalten, wenn zwischen Fräsen und Ausspänen umgeschaltet wird.

Kreisbogen mit I und J programmieren

Mit den Interpolationsparametern I und J kann ein Kreisbogen definiert werden (siehe auch die Befehle G2 und G3).

Interpolationsparameter	Erklärung
I	X-Abstand vom Kreisbogen-Anfangspunkt zum Kreismittelpunkt
J	Y-Abstand vom Kreisbogen-Anfangspunkt zum Kreismittelpunkt

Hinweis

Durch die Berechnung der Interpolationsparameter I und J ergeben sich automatisch die richtigen Vorzeichen.

Im Format 1000 dürfen **keine** negativen Vorzeichen programmiert werden! Außerdem muss für jeden Quadranten des Kreisbogens eine separate Programmzeile programmiert werden!

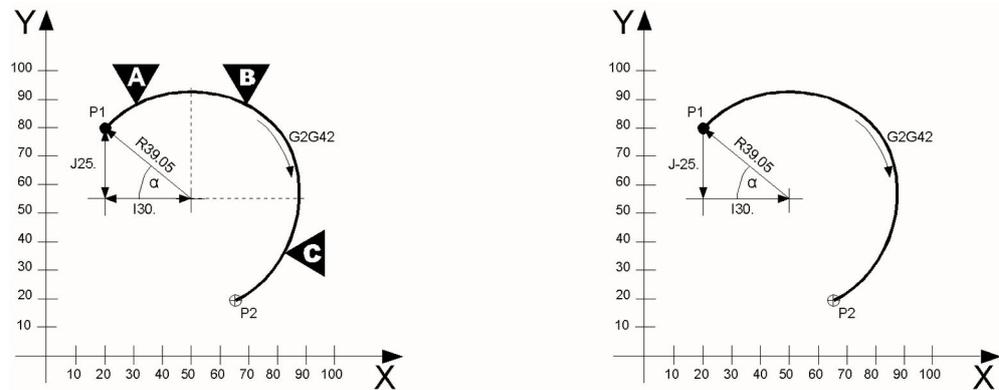


Abb. 70: Kreisbogen mit I und J

- ▶ **Links:** Definition im Format 1000. Es sind nur positive IJ-Werte zulässig. Für jeden Quadranten muss ein Block programmiert werden [A, B und C].
- ▶ **Rechts:** Ab dem Format 3000 ergeben sich beim Errechnen der Kreisbogenparameter I und J automatisch die richtigen Vorzeichen.

Berechnung von I und J aus Koordinatenwerten

Gegeben sind der Anfangspunkt und der Mittelpunkt des Kreisbogens

- ▶ $I = X_{\text{Fräsanfang}} - X_{\text{Mittelpunkt}}$
- ▶ $I = 20.0 - 50.0 = -30.0$
- ▶ $J = Y_{\text{Fräsanfang}} - Y_{\text{Mittelpunkt}}$
- ▶ $J = 80.0 - 55.0 = 25.0$

Für Format 3000 ergibt sich folgender Programmabschnitt:

```
X20.Y80.T5T0
X65.Y20.G2I-30.J25.F12
X65.Y20.T0
```

I und J aus einer Winkelangabe berechnen. Gegeben sind der Radius und der Winkel α zwischen der X-Achse und dem Anfangspunkt des Kreisbogens.

- ▶ $I = r \times \sin(\alpha)$
- ▶ $J = r \times \cos(\alpha)$

Rechteck mit I und J programmieren

Mit den Interpolationsparametern I und J werden die Seitenlängen eines Rechtecks definiert (siehe auch die Befehle G49 und G50).

Interpolationsparameter	Erklärung
I	X-Seitenlänge
J	Y-Seitenlänge



Verwandte Themen

- [G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen, Seite 41](#)
- [G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen, Seite 43](#)
- [G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 53](#)
- [G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 55](#)
- [J: Interpolationsparameter J für Fräsbefehle, Seite 118](#)

I: Absenkwert einer Ausspänbohrung

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G81 I/Pp- J/Ww	Ausspänfunktion einschalten I = Absenkwert J = Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung	

Ausspänparameter I und J programmieren

Mit den Parametern I und J werden verschiedene Ebenen für das Ausspänen programmiert (siehe auch den Befehl G81).

Parameter	Erklärung
I	Absenkwert Der Wert ist abhängig von der aktuellen Bezugsebene (Tischoberfläche oder Plattenoberfläche)
J	Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung

Verwandte Themen

- [G81: Ausspänfunktion einschalten, Seite 28](#)
- [J: Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung, Seite 120](#)
- [P: Vorschub beim Ausspänen herabsetzen, Seite 121](#)

J: Interpolationsparameter J für Fräsbefehle

1000	3000	5000
J1 = 0.01 mm	J1 = 0.001 mm	J1 = 0.001 mm
Befehl	Beschreibung	
XxYy G2 I/Jj	Kreisbogen fräsen I = X-Anteil des Radius J = Y-Anteil des Radius	
XxYy G3 I/Jj	Kreisbogen fräsen I = X-Anteil des Radius J = Y-Anteil des Radius	
XxYy G49 I/Jj	Rechteck ausfräsen I = Seitenlänge in X-Richtung J = Seitenlänge in Y-Richtung	

Befehl	Beschreibung
XxYy G50 IiJj	Rechteck ausfräsen I = Seitenlänge in X-Richtung J = Seitenlänge in Y-Richtung

Argument	Beschreibung
i, j	Die Einheit hängt ab vom eingestellten Format. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Einheit im Format 1000: 0.01 mm (kein Millimeterpunkt und kein negativer Wert erlaubt) ▶ Einheit im Format 3000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt) ▶ Einheit ab Format 5000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt)

Die Interpolationsparameter I und J werden für verschiedene Funktionen verwendet:

- ▶ Kreisbogen programmieren
- ▶ Rechteck programmieren
- ▶ Ausspänparameter programmieren
- ▶ alle CNC-intern werden die Fräs- und Ausspänparameter in unterschiedlichen Variablen verwaltet. Dadurch bleiben jeweils die letzten Einstellungen erhalten, wenn zwischen Fräsen und Ausspänen umgeschaltet wird.

Kreisbogen mit I und J programmieren

Mit den Interpolationsparametern I und J kann ein Kreisbogen definiert werden (siehe auch die Befehle G2 und G3).

Interpolationsparameter	Erklärung
I	X-Abstand vom Kreisbogen-Anfangspunkt zum Kreismittelpunkt
J	Y-Abstand vom Kreisbogen-Anfangspunkt zum Kreismittelpunkt

Hinweis

Durch die Berechnung der Interpolationsparameter I und J ergeben sich automatisch die richtigen Vorzeichen.

Im Format 1000 dürfen **keine** negativen Vorzeichen programmiert werden! Außerdem muss für jeden Quadranten des Kreisbogens eine separate Programmzeile programmiert werden!

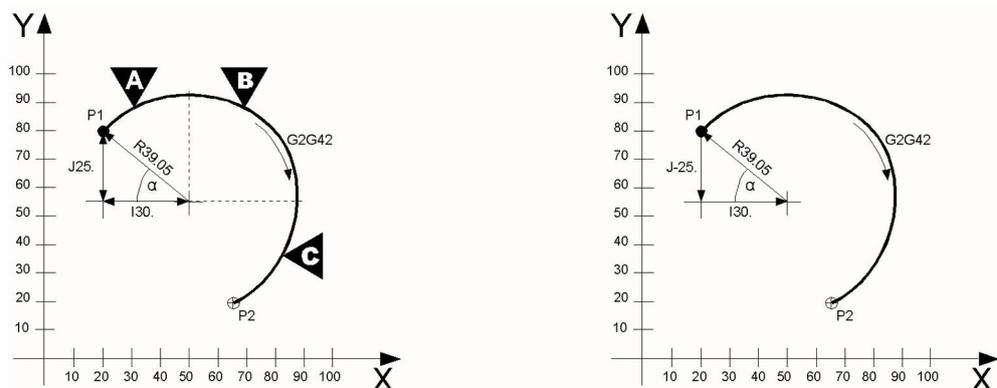


Abb. 71: Kreisbogen mit I und J

- ▶ **Links:** Definition im Format 1000. Es sind nur positive IJ-Werte zulässig. Für jeden Quadranten muss ein Block programmiert werden [A, B und C].
- ▶ **Rechts:** Ab dem Format 3000 ergeben sich beim Errechnen der Kreisbogenparameter I und J automatisch die richtigen Vorzeichen.



Berechnung von I un J aus Koordinatenwerten

Gegeben sind der Anfangspunkt und der Mittelpunkt des Kreisbogens

- ▶ $I = X_{\text{Fräsanfang}} - X_{\text{Mittelpunkt}}$
- ▶ $I = 20.0 - 50.0 = -30.0$
- ▶ $J = Y_{\text{Fräsanfang}} - Y_{\text{Mittelpunkt}}$
- ▶ $J = 80.0 - 55.0 = 25.0$

Für Format 3000 ergibt sich folgender Programmabschnitt:

```
X20.Y80.T5T0
X65.Y20.G2I-30.J25.F12
X65.Y20.T0
```

I und J aus einer Winkelangabe berechnen. Gegeben sind der Radius und der Winkel α zwischen der X-Achse und dem Anfangspunkt des Kreisbogens.

- ▶ $I = r \times \sin(\alpha)$
- ▶ $J = r \times \cos(\alpha)$

Rechteck mit I und J programmieren

Mit den Interpolationsparametern I und J werden die Seitenlängen eines Rechtecks definiert (siehe auch die Befehle G49 und G50).

Interpolationsparameter	Erklärung
I	X-Seitenlänge
J	Y-Seitenlänge

Verwandte Themen

- [G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen, Seite 41](#)
- [G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen, Seite 43](#)
- [G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 53](#)
- [G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 55](#)
- [I: Interpolationsparameter I für Fräsbefehle, Seite 116](#)

J: Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G81 I Pp- J Ww	Ausspänfunktion einschalten	
	I = Absenkwert	
	J = Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung	

Ausspänparameter I und J programmieren

Mit den Parametern I und J werden verschiedene Ebenen für das Ausspänen programmiert (siehe auch den Befehl G81).

Parameter	Erklärung
I	Absenkwert Der Wert ist abhängig von der aktuellen Bezugsebene (Tischoberfläche oder Plattenoberfläche)
J	Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung

Verwandte Themen

[G81: Ausspänfunktion einschalten, Seite 28](#)

[I: Absenkwert einer Ausspänbohrung, Seite 118](#)

[W: Höhe der Teilhübe einer Ausspänbohrung verringern, Seite 124](#)

M76: Zeichenkette übertragen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
M76,text	Zeichenkette übertragen	

Mit dem M76-Befehl wird eine Zeichenkette übertragen.

- ▶ Der zu übertragende Text hängt ab vom Empfänger.
- ▶ Nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers.

Besondere Hinweise für den Maschinenhersteller

- ▶ Die TCP/IP-Adresse und alle weiteren Einstellungen müssen in den Maschinenparametern (Parameter-Editor) erfolgen.
- ▶ In der Sequenz INT-FUNC (16. Funktion) muss die Übertragung programmiert werden (z. B. der Befehl SEND M76 für die eigentliche Übertragung, Fehlerbehandlung, Textanzeige, Unterbrechen der Abarbeitung, usw.).

P: Vorschub beim Ausspänen herabsetzen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G81I/PpJ/Ww	Ausspänfunktion definieren und einschalten	
Argument	Beschreibung	
p	Prozentwert für Eintauchgeschwindigkeit bis zum Absenkwert Ii 0 bis 100 %	

Damit ein optimales Bohrerergebnis erzielt wird, kann die Absenkgeschwindigkeit bis zum Absenkwert (s. Ausspänparameter Ii) einer Ausspänbohrung herabgesetzt werden. Dies erfolgt durch eine Prozentangabe. Der Prozentwert bezieht sich auf den Vorschub, der für das aktuelle Werkzeug in der Werkzeugtabelle (Werkzeugparameter S) definiert ist. Nach Erreichen des Absenkwerts wechselt der Vorschub auf den im Werkzeugparameter S definierten Wert.

Verwandte Themen

[G81: Ausspänfunktion einschalten, Seite 28](#)

[I: Absenkwert einer Ausspänbohrung, Seite 118](#)

R: Parameter für Fräsbefehle

1000	3000	5000
-	R1 = 0.001 mm	R1 = 0.001 mm

Befehl	Beschreibung
XxYy G2 Rr	Kreisbogen fräsen R = Radius des Kreisbogens
XxYy G3 Rr	Kreisbogen fräsen R = Radius des Kreisbogens
XxYy G49 Rr	Quadrat ausfräsen R = Seitenlänge eines Quadrats
XxYy G50 Rr	Quadrat ausfräsen R = Seitenlänge des Quadrats

Argument	Beschreibung
r	Radius des Kreisbogens (z. B. R20.; R-17.5)
r	Seitenlänge des Quadrats (z. B. R20.)

Der Parameter R wird für verschiedene Funktionen verwendet:

- ▶ Kreisbogen programmieren
- ▶ Quadrat programmieren

Kreisbogen mit R programmieren

Mit dem Parameter R kann ein Kreisbogen definiert werden (siehe auch die Befehle G2 und G3).

Parameter	Erklärung
R	Radius (Abstand vom Kreismittelpunkt zum Kreisbogen)

Der Fräswinkel hängt ab vom Vorzeichen des Radiuswertes.

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

Linke Abbildung: Der Winkel α ist kleiner als 180° : Der Parameter R muss positiv definiert werden.

Rechte Abbildung: Der Winkel α ist größer als 180° : Der Parameter R muss negativ definiert werden.

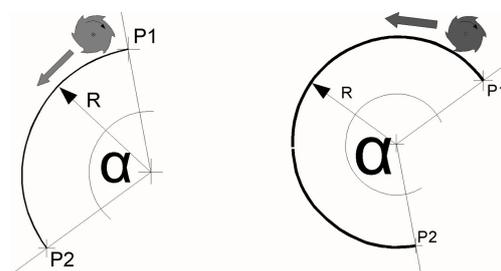


Abb. 72: Fräswinkel

Quadrat mit R programmieren

Mit dem Parameter R kann die Seitenlänge eines Quadrats definiert werden (siehe auch die Befehle G49 und G50).

Parameter	Erklärung
R	Seitenlänge des Quadrats

Verwandte Themen

[G2: Kreisbogen im Uhrzeigersinn fräsen, Seite 41](#)

[G3: Kreisbogen gegen den Uhrzeigersinn fräsen, Seite 43](#)

[G45: Vollkreis gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 46](#)

[G46: Vollkreis im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 48](#)

[G47: Runde Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 50](#)

[G48: Runde Scheibe im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 52](#)

[G49: Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 53](#)

[G50: Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen, Seite 55](#)

T: Werkzeugwechsel

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy Tt	Werkzeugwechsel	
Argument	Beschreibung	
xy	Diese Koordinaten werden bereits mit dem neuen Werkzeug abgearbeitet	

Mit dem T-Befehl wird ein Werkzeugwechsel programmiert.

- ▶ Ein Werkzeugwechsel wird mit dem T-Befehl ausgelöst.
- ▶ Die Koordinaten der Programmzeile werden schon mit dem neuen Werkzeug abgearbeitet.
- ▶ Die Werkzeugnummer stellt lediglich einen Namen dar und muss nicht zwingend mit der Werkzeugnummer in der Maschine übereinstimmen (siehe CNC-Befehl OD: Werkzeugnummernkonvertierung).
- ▶ Mit der Ausführung des T-Befehls wird ein Werkzeugwechsel durchgeführt, sofern sich nicht schon ein Werkzeug der angewählten Werkzeugnummer in der Spindel befindet.
- ▶ Abhängig vom Maschinentyp wird das Werkzeug vermessen (Länge, Durchmesser, Rundlaufabweichung).
- ▶ Die notwendigen Schnittparameter befinden sich in der Werkzeugtabelle der CNC.
- ▶ Die Anzahl der maximal möglichen Werkzeugnummern ist abhängig von der Maschinenausstattung und der eingestellten Magazinorganisation.

Der T0-Befehl

Mit dem T0-Befehl können besondere Arbeitssituationen programmiert werden.

- ▶ Am Beginn einer Fräskontur muss ein T0-Befehl programmiert sein, damit die Startposition mit hochgezogener Z-Achse angefahren wird.
- ▶ Am Ende einer Frässtrecke muss ein T0-Befehl programmiert sein, damit die Z-Achse hochgezogen wird, bevor der nächste Positioniervorgang gestartet wird.
- ▶ Innerhalb eines Bohrprogramms verhindert ein T0-Befehl das Absenken der Z-Achse.

Beispiel

Teileprogramm mit Werkzeugwechseln.



Randbedingung	Einstellung
Format	5000
Achsversion	1

<pre>X0.Y0.V2 T1 M31 M31 ... XYM50 XY100.M50 M30 X25.Y50. T0 T2 M31 X25.Y50. G45 R20. X25.Y50. T0 XYM50 XY100.M50 M30 (FINAL OFFSET) X123.45Y345.67M50 M30</pre>	<p>T1 löst einen Werkzeugwechsel aus</p> <p>T2 löst einen Werkzeugwechsel aus. T0 kennzeichnet den Beginn einer Frässtrecke.</p> <p>T0 kennzeichnet das Ende einer Frässtrecke</p>
--	--

W: Anzahl der Ausführungen

1000	3000	5000
•	•	•
Befehl	Beschreibung	
Xx2Yy2Ww	Endpunkt (beliebiges Raster)	
Argument	Beschreibung	
w	Anzahl der Bohrlöcher/Muster einer Reihe	

Anzahl der Wiederholungen

Für die SIEB & MEYER-Befehle V1, V2, V3 und V4 wird mit dem Parameter W die Gesamtzahl der Ausführungen definiert.

- ▶ Abhängig vom verwendeten Befehl handelt es sich um die Anzahl der Bohrlöcher oder um die Anzahl der Muster.
- ▶ Der Parameter W wird immer im 2. Block einer Wiederholungsstruktur programmiert. Einer Wiederholungsstruktur besteht immer aus 2 Programmzeilen:
 - 1. Zeile: Anfangskordinate und den Funktionsbefehl (V1, V2, V3 oder V4)
 - 2. Zeile: Endkordinate und die Gesamtanzahl (Parameter W)

Verwandte Themen

- [V1: Zweifache Lochreihe bohren \(dual-in-line\), Seite 20](#)
- [V2: Einfache Lochreihe bohren, Seite 22](#)
- [V3: Vierfache Lochreihe bohren, Seite 23](#)
- [V4: Kreisförmige Lochreihe bohren, Seite 26](#)

W: Höhe der Teilhübe einer Ausspänbohrung verringern

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy G81	Ausspänfunktion mit den ursprünglichen Parametern einschalten
XxYy G81I/PpJjWw	Ausspänfunktion definieren und einschalten

Argument	Beschreibung
w	Faktor für das kontinuierliche Herabsetzen der Teilhübe
	0 bis 1000 ‰

Teilhübe einer Ausspänbohrung

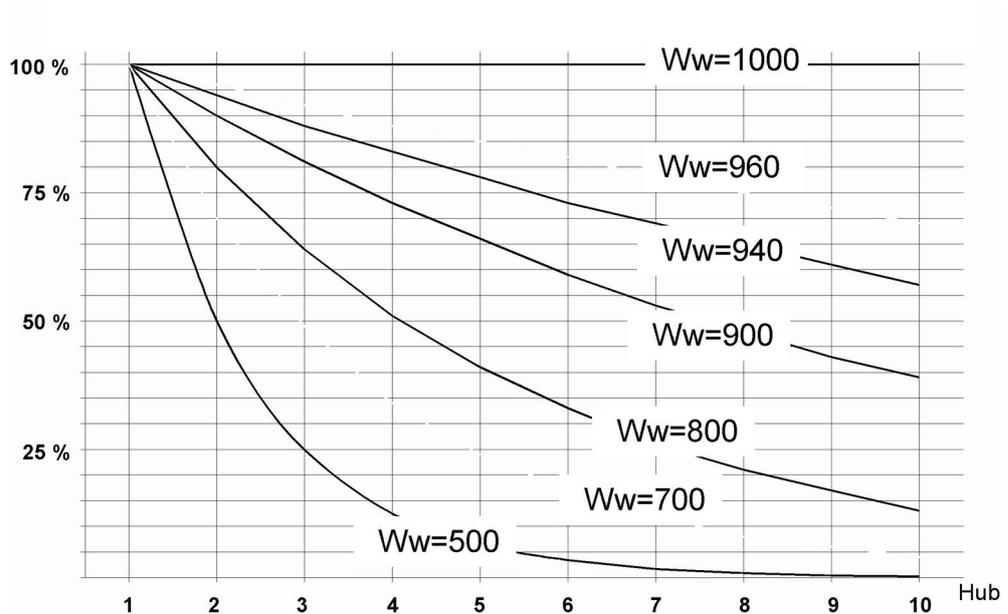


Abb. 73: Höhen der Teilhübe einer Ausspänbohrung sind abhängig vom W-Wert

Die Höhe der Teilhübe verringert sich abhängig vom W-Wert. Für die Definition der Teilhübe werden mehrere Parameter benötigt.

- ▶ Als Teilhübe werden die Hübe bezeichnet, die nach dem Anbohren für das Ausbohren des Lochs benötigt werden.
- ▶ Die Eintauchgeschwindigkeit eines Teilhubs entspricht dem Werkzeugparameter F.
- ▶ Mit dem W-Wert können die Teilhübe kontinuierlich verringert werden (z. B. für hartes Material). Im Diagramm sind für einige Ausspänfaktoren die Höhe der Teilhübe in Abhängigkeit von der Anzahl der Teilhübe aufgezeichnet.
- ▶ Das Ausspänen wird beendet, sobald die Zielebene erreicht ist. Die Zielebene ist abhängig von der Bezugsebene (Bezugsebene = Tischoberfläche: Zielebene = Z-Ebene; Bezugsebene = Plattenoberfläche: Zielebene = K-Ebene).
- ▶ Errechnet die CNC einen Teilhub kleiner 1 µm, wird die Bohrung abgebrochen und es erfolgt die Meldung, dass die Zielebene nicht erreicht wurde.

Parameter	Erklärung
Jj	Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung
Ww	Ausspänfaktor <ul style="list-style-type: none"> ▶ $Hub = j * (w / 1000)^{n-1}$ ▶ n = Zähler der Teilhübe

Beispiel

Für folgende Programmzeile sind in der Tabelle die Höhen der Teilhübe einer Ausspänbohrung gelistet.

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



Randbedingung	Einstellung
Format	5000

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

In diesem Beispiel wird der Bohrvorgang nach dem 11. Teilhub mit der einer Meldung abgebrochen.

Verwandte Themen

[G81: Ausspänfunktion einschalten, Seite 28](#)

[J: Höhe des Teilhubs einer Ausspänbohrung, Seite 120](#)

X: X-Koordinate

1000	3000	5000
X1 = 0.01 mm	X1 = 0.001 mm	X1 = 0.001 mm

Befehl	Beschreibung
XxYy	XY-Koordinaten (Arbeitskoordinaten, Versatzkoordinaten)

Argument	Beschreibung
xy	XY-Koordinaten können positiv und negativ programmiert werden Die Einheit hängt ab vom eingestellten Format. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Einheit im Format 1000: 0.01 mm (kein Millimeterpunkt erlaubt) ▶ Einheit im Format 3000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt) ▶ Einheit ab Format 5000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt)

XY-Arbeitskoordinaten

- Die Arbeitskoordinaten definieren alle Positionen, an denen gebohrt oder gefräst wird.
- ▶ Als Bohrkoordinaten werden alle Koordinatenangaben betrachtet, denen keine Fräsfunktion zugewiesen werden kann.
 - ▶ Fräskoordinaten werden in Verbindung mit einer Fräsfunktion (G1..G50) programmiert.
 - ▶ Arbeitskoordinaten können absolut (G90) oder inkremental (G91) interpretiert werden.
 - ▶ Der Wertebereich ist abhängig von den Maßen der Produktionsmaschine.

XY-Versatzkoordinaten

Die Versatzkoordinaten dienen zum Definieren eines neuen Nullpunktes.

- ▶ Versatzkoordinaten werden in Verbindung mit einer Versatzbedingung (M50..M90) programmiert.
- ▶ Versatzkoordinaten werden ausschließlich absolut interpretiert.
- ▶ Der Wertebereich ist abhängig von den Maßen der Produktionsmaschine.

Verwandte Themen

[Y: Y-Koordinate, Seite 127](#)

Y: Y-Koordinate

1000	3000	5000
Y1 = 0.01 mm	Y1 = 0.001 mm	Y1 = 0.001 mm

Befehl	Beschreibung
XxYy	XY-Koordinaten (Arbeitskoordinaten, Versatzkoordinaten)

Argument	Beschreibung
xy	<p>XY-Koordinaten können positiv und negativ programmiert werden</p> <p>Die Einheit hängt ab vom eingestellten Format.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Einheit im Format 1000: 0.01 mm (kein Millimeterpunkt erlaubt) ▶ Einheit im Format 3000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt) ▶ Einheit ab Format 5000: 0.001 mm (Millimeterpunkt erlaubt)

XY-Arbeitskoordinaten

Die Arbeitskoordinaten definieren alle Positionen, an denen gebohrt oder gefräst wird.

- ▶ Als Bohrkoordinaten werden alle Koordinatenangaben betrachtet, denen keine Fräsfunktion zugewiesen werden kann.
- ▶ Fräskoordinaten werden in Verbindung mit einer Fräsfunktion (G1..G50) programmiert.
- ▶ Arbeitskoordinaten können absolut (G90) oder inkremental (G91) interpretiert werden.
- ▶ Der Wertebereich ist abhängig von den Maßen der Produktionsmaschine.

XY-Versatzkoordinaten

Die Versatzkoordinaten dienen zum Definieren eines neuen Nullpunktes.

- ▶ Versatzkoordinaten werden in Verbindung mit einer Versatzbedingung (M50..M90) programmiert.
- ▶ Versatzkoordinaten werden ausschließlich absolut interpretiert.
- ▶ Der Wertebereich ist abhängig von den Maßen der Produktionsmaschine.

Verwandte Themen

[X: X-Koordinate, Seite 126](#)

(: Kommentar

1000	3000	5000
-	•	•



Befehl	Beschreibung
(<i>text</i>)	Kommentareingabe
XxYy (<i>text</i>)	Kommentareingabe

Argument	Beschreibung
<i>text</i>	beliebiger Text ohne ^ < #

Mit den runden Klammern (kann ein Kommentar gekennzeichnet werden.

- ▶ Kommentare werden in runde Klammern eingegeben und können alleine in einer Zeile oder am Ende einer Programmzeile stehen.
- ▶ Ein Kommentar wirkt sich nicht auf die Abarbeitung des Teileprogramms aus.
- ▶ Kommentare dienen zur besseren Übersicht innerhalb eines Programms.

/: Programmzeile kennzeichnen

1000	3000	5000
-	•	•

Befehl	Beschreibung
/XxYy	Programmzeile kennzeichnen

Mit dem Schrägstrich "/" können Blöcke gekennzeichnet werden. Die Wirkungsweise hängt ab von der Einstellung des CNC-Befehls BLKD.

CNC-Befehl	Erklärung
BLKD	/-Programmzeile wird ignoriert
NOBLKD	/-Programmzeile wird abgearbeitet

9 Optische Vermessung

Die Arbeitsweise der optischen Vermessung ist abhängig vom Maschinentyp. Nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers.

Während eines Messvorgangs können folgende Korrekturwerte ermittelt werden:

- ▶ Versatzwert
- ▶ Skalierwert
- ▶ Rotationswert

Bei eingeschalteter Korrekturfunktion erfolgt die Abarbeitung unter Berücksichtigung der ermittelten Korrekturwerte.

Hinweis

In einer Programmzeile darf mit einem Kamerabefehl kein weiterer Befehl programmiert sein.

G30: Korrekturfunktion ausschalten

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
G30	Korrekturfunktion ausschalten	
G31	Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten	
G34	Korrekturfunktion ausschalten und Korrekturwerte löschen	

Mit den Befehlen G31-G30 wird der Programmabschnitt geklammert, in dem die Korrekturwerte berücksichtigt werden.

- ▶ Das Löschen der Korrekturwerte erfolgt mit dem G34-Befehl oder durch zwei aufeinanderfolgende G30-Blöcke.

Beispiel

Hinweise für das Beispiel:

- ▶ Am Programmstart werden in den beiden G32-Blöcken zwei Positionen vermessen.
- ▶ Aus den gemessenen Abweichungen errechnen sich die Korrekturwerte.
- ▶ Diese Werte werden bei der Abarbeitung des geklammerten Programmabschnitts berücksichtigt (G31-G30).

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```

%%5000
X..Y..G32                               Messpunkt P1
X..Y..G32                               Messpunkt P2
G31                                       Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion
                                       einschalten

( SECTION: T1 )
X..Y..T1 M31 M31
...

```

```

XYM50
X..Y..M50M30
( SECTION: T2 )
X..Y..T2 M31
...
XYM50
X..Y..M50M30
G30
( FINAL OFFSET )
X123.45Y452.34 M50M30
    
```

Korrekturfunktion ausschalten

Verwandte Themen

[G31: Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten, Seite 130](#)

G31: Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
G30	Korrekturfunktion ausschalten	
G31	Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten	
G34	Korrekturfunktion ausschalten und Korrekturwerte löschen	

Mit den Befehlen G31-G30 wird der Programmabschnitt geklammert, in dem die Korrekturwerte berücksichtigt werden.

- ▶ Das Löschen der Korrekturwerte erfolgt mit dem G34-Befehl oder durch zwei aufeinanderfolgende G30-Blöcke.

Beispiel

Hinweise für das Beispiel:

- ▶ Am Programmstart werden in den beiden G32-Blöcken zwei Positionen vermessen.
- ▶ Aus den gemessenen Abweichungen errechnen sich die Korrekturwerte.
- ▶ Diese Werte werden bei der Abarbeitung des geklammerten Programmabschnitts berücksichtigt (G31-G30).

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```

%%5000
X..Y..G32
X..Y..G32
G31
( SECTION: T1 )
X..Y..T1 M31 M31
...
    
```

Messpunkt P1
 Messpunkt P2
 Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten

```

XYM50
X..Y..M50M30
( SECTION: T2 )
X..Y..T2 M31
...
XYM50
X..Y..M50M30
G30
( FINAL OFFSET )
X123.45Y452.34 M50M30
    
```

Korrekturfunktion ausschalten

Verwandte Themen

[G30: Korrekturfunktion ausschalten, Seite 129](#)

G32: Messung durchführen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYyG32	Messung durchführen	

Mit dem G32-Befehl wird an der XY-Position eine Messung durchgeführt.

- ▶ Die Art der Messung hängt ab vom eingestellten Messmodus.
- ▶ Werden hintereinander mehrere Lagen gemessen, muss der Messvorgang in Messmodus 2 oder 3 nach der letzten Lage mit dem G33-Befehl beendet werden.
- ▶ Im Messmodus 5 (Schlitz messen) wird nur der Y-Wert der Messposition berücksichtigt.
- ▶ Ab Softwareversion 12.02.001: Die Koordinaten für Kamera-Messbefehle können absolut und inkremental programmiert werden.

Messmodus	Messverfahren
1	Standardmessung
2	Messen einer Lage
3	Messen einer Lage
5	Y-Wert berücksichtigen (Schlitz in X-Richtung)

Beispiel

Hinweise für das Beispiel:

- ▶ Am Programmanfang werden in den beiden G32-Blöcken zwei Positionen vermessen.
- ▶ Aus den gemessenen Abweichungen errechnen sich die Korrekturwerte.
- ▶ Diese Werte werden bei der Abarbeitung des geklammerten Programmabschnitts berücksichtigt (G31-G30).

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```

%%5000
    
```

```

X..Y..G32

X..Y..G32

G31

( SECTION: T1 )
X..Y..T1 M31 M31
...
XYM50
X..Y..M50M30

( SECTION: T2 )
X..Y..T2 M31
...
XYM50
X..Y..M50M30

G30

( FINAL OFFSET )
X123.45Y452.34 M50M30
    
```

Messpunkt P1

Messpunkt P2

Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten

Korrekturfunktion ausschalten

Beispiel: Leiterplatte vermessen und Korrekturwerte berechnen

Die Leiterplatte wird an 2 Punkten vermessen. Eine Abweichung von der achsparallelen Lage wird automatisch kompensiert.

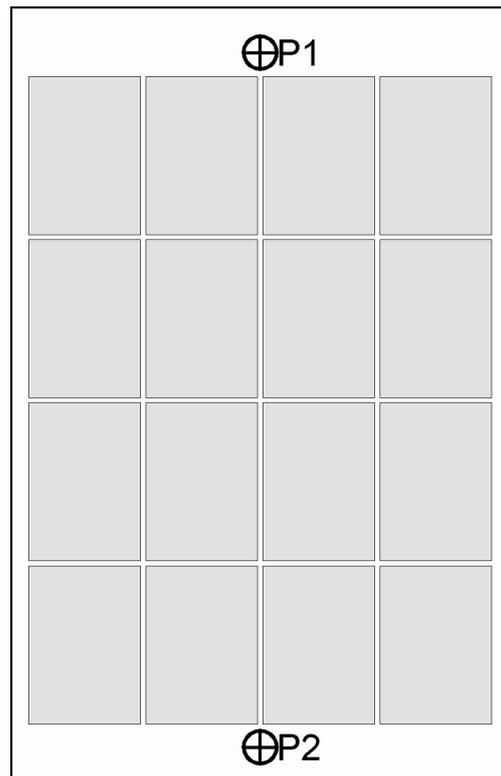


Abb. 74: Platte vermessen und Korrekturwerte ermitteln

Verwandte Themen

[G33: Messung durchführen/beenden, Seite 133](#)

G33: Messung durchführen/beenden

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYyG33	Messung durchführen/beenden	

Mit dem G33-Befehl wird an der XY-Position eine Messung durchgeführt.

- ▶ Die Wirkung des Befehls hängt ab vom eingestellten Messmodus.
- ▶ In den Messmodus 2 und 3 muss mit dem G33-Befehl der Messvorgang an einer Position beendet werden, wenn zuvor mehrere Lagen mit dem G32-Befehl gemessen wurden.
- ▶ Im Messmodus 5 (Schlitz messen) wird nur der X-Wert der Messposition berücksichtigt.
- ▶ Ab Softwareversion 12.02.001: Die Koordinaten für Kamera-Messbefehle können absolut und inkremental programmiert werden.

Messmodus	Messverfahren
1	Standardmessung (wirkt wie G32)
2	Messen beenden
3	Messen beenden
5	X-Wert berücksichtigen (Schlitz in Y-Richtung)

Beispiel

Hinweise für das Beispiel:

- ▶ Messmodus = 5
- ▶ 2 Schlitz in X-Richtung
- ▶ 2 Schlitz in Y-Richtung
- ▶ Aus den gemessenen Abweichungen errechnen sich die Korrekturwerte.
- ▶ Diese Werten werden bei der Abarbeitung des geklammerten Programmabschnitts berücksichtigt (G31-G30).

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

<code>%%5000</code>	
<code>X..Y..G33</code>	Y-Schlitz 1: X-Wert
<code>X..Y..G32</code>	X-Schlitz 2: Y-Wert
<code>X..Y..G33</code>	Y-Schlitz 3: X-Wert
<code>X..Y..G32</code>	X-Schlitz 4: Y-Wert
<code>G31</code>	Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten
<code>(SECTION: T1)</code>	
<code>X..Y..T1 M31 M31</code>	
<code>...</code>	
<code>XYM50</code>	
<code>X..Y..M50M30</code>	
<code>(SECTION: T2)</code>	



```
X..Y..T2 M31
...
XYM50
X..Y..M50M30
G30
( FINAL OFFSET )
X123.45Y452.34 M50M30
```

Korrekturfunktion ausschalten

Verwandte Themen

[G32: Messung durchführen, Seite 131](#)

G34: Korrekturfunktion ausschalten und Korrekturwerte löschen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
G30	Korrekturfunktion ausschalten	
G31	Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten	
G34	Korrekturfunktion ausschalten und Korrekturwerte löschen	

Mit den Befehlen G31-G30 wird der Programmabschnitt geklammert, in dem die Korrekturwerte berücksichtigt werden.

Das Löschen der Korrekturwerte erfolgt mit dem G34-Befehl oder durch zwei aufeinanderfolgende G30-Blöcke.

G35: Byte zum Kamerarechner senden

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
G35, <i>b</i>	Byte zum Kamerarechner senden	
Argument	Beschreibung	
<i>b</i>	Byte (0 .. 255)	

- Mit dem G35-Befehl wird ein Wert zum Kamerarechner übertragen.
- ▶ Die Bedeutung des Wertes ist abhängig vom Kamerarechner (z. B. Nummer eines Messwerkzeugs, usw.).
 - ▶ Der Wert muss mit einem Komma vom Befehl abgetrennt werden.
 - ▶ Nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers.

G36: Versatz für Einzelpunktkorrektur messen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYyG36	Versatz für Einzelpunktkorrektur messen	

Mit dem G36-Befehl wird die Korrekturfunktion eingestellt. Die Wirkungsweise des G36-Befehls ist abhängig von der Einstellung, ob die Korrekturwerte für einen Einzelpunkt oder für ein Muster gültig sind.

Einstellungen in der CNC:

CNC-Befehl	Erklärung
NOCAMA	Einzelpunktkorrektur und Bohren ▶ Zunächst erfolgt an der G36-Position ein Messvorgang. ▶ Anschließend wird unter Berücksichtigung der errechneten Korrekturwerte eine Bohrung durchgeführt.
CAMA	Platte-Muster-Korrektur ▶ Zunächst kann die gesamte Platte vermessen werden (G32-Befehl). ▶ Anschließend können mit dem G36-Befehl in jedem Muster bis zu zwei weitere Messpunkte programmiert werden. ▶ Für diese Messpunkte wird lediglich ein Versatzwert ermittelt. ▶ Die verwendeten Korrekturwerte errechnen sich aus der Summe der Messwerte (G32-Korrektur plus G36-Versatzkorrektur).

- ▶ Ab Softwareversion 12.02.001: Die Koordinaten für Kamera-Messbefehle können absolut und inkremental programmiert werden.

Beispiel: Einzelpunktkorrektur

An jeder G36-Position erfolgt zunächst ein Messvorgang und anschließend ein Bohrhub.

Hinweis

- ▶ Der CNC-Befehl NOCAMA muss geschaltet sein.
- ▶ Jede G36-Position wird vermessen und aus dem Messergebnis wird ein Versatz ermittelt.
- ▶ Unter Berücksichtigung dieses Versatzes erfolgt danach ein Bohrvorgang.

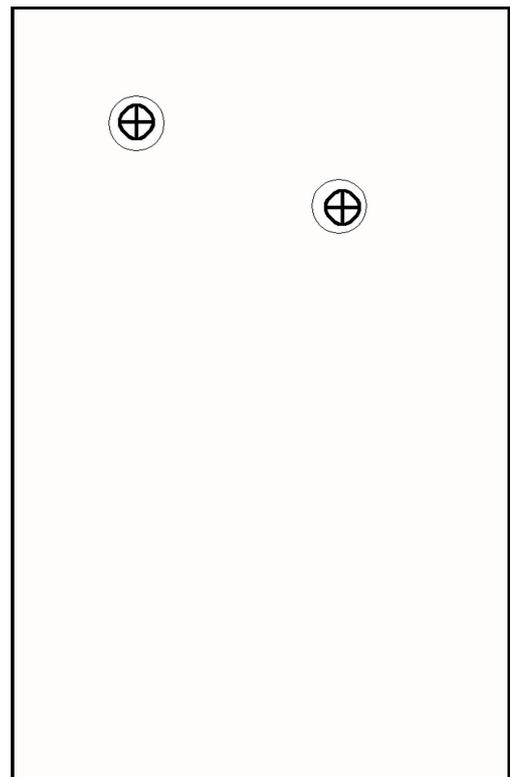


Abb. 75: Einzelpunkt vermessen und bohren

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```
%%5000
```

```
X..Y..T..M31 G36
```

```
X..Y.. G36
```

Versatz ermitteln und Bohrung durchführen

Versatz ermitteln und Bohrung durchführen

```
X..Y..
...
XYM50
X..Y..M50M30
G30
```

Alle weiteren Positionen werden ohne Korrektur gebohrt

Korrekturfunktion ausschalten

Beispiel: Platte-Muster-Korrektur

Jedes Muster wird separat vermessen. Dadurch kann für jedes Muster eine unterschiedliche Ausrichtung erfolgen.

Hinweis

- ▶ Der CNC-Befehl CAMA muss geschaltet sein.
- ▶ Zunächst werden mit den G32-Befehlen die Korrekturwerte für die gesamte Platte ermittelt.
- ▶ In jedem Muster werden mit den G36-Befehlen zwei zusätzliche Positionen vermessen.
- ▶ Die Korrekturwerte errechnen sich aus der Summe der Messwerte (G32-Korrektur plus G36-Korrektur).

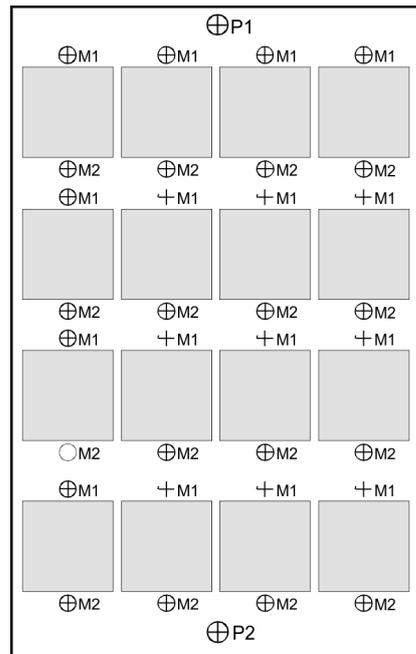


Abb. 76: Platte und zusätzlich jedes Muster vermessen

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```
%%5000
X..Y..G32
X..Y..G32
G31
M31
X..Y..G36
X..Y..G36
X..Y..T..
...
X..Y..M50
...
X..Y..M50M30
G30
```

Programm-Messpunkt P1

Programm-Messpunkt P2

Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten

Muster-Messpunkt M1

Muster-Messpunkt M2

Korrekturfunktion ausschalten

G39: Korrekturwerte verwalten

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
G39,CLEAR	Korrekturwerte löschen (Speicherplatz = STEP-Nummer)
G39,CLEARn	Korrekturwerte löschen (Speicherplatz = n)
G39,SAVE	Korrekturwerte speichern (Speicherplatz = STEP-Nummer)
G39,SAVE n	Korrekturwerte speichern (Speicherplatz = n)
G39,LOAD	Korrekturwerte laden (Speicherplatz = STEP-Nummer)
G39,LOAD n	Korrekturwerte laden (Speicherplatz = n)
G39,SPOP	Spindel-Optik-Korrektur = berechneter Versatz der Arbeitsstation 1
G39,SPOP1	Spindel-Optik-Korrektur = berechneter Versatz der Arbeitsstation 1
G39,SPOP2	Spindel-Optik-Korrektur = berechneter Versatz der Arbeitsstation 2
G39,SPISPI	Spindel-Spindel-Korrektur = berechneter Versatz (nur bei Maschinen mit Spindelumschaltung)
G39,REQCOMP	Hole Korrekturwert vom Kamerarechner (Voraussetzung: Messmodus = 3)
G39,DELALL	Löschen aller gespeicherten Korrekturwerte
G39,SPOFs	Versatzwert für individuelle Spindel = berechneter Versatz

Argument	Beschreibung
n	Speicherplatz
s	Spindelnummer (1 .. 12, abhängig von der Einstellung des Maschinenparameters Z.NUMBER und Z.SPINDLENUM durch den Maschinenhersteller)

Mit dem G39-Befehl können Korrekturwerte verwaltet werden.

- ▶ Um unnötige Werkzeugwechsel während der Abarbeitung eines Teileprogramms zu vermeiden, können Korrekturwerte gespeichert und nach Bedarf wieder geladen werden.
- ▶ Wird kein Speicherplatz programmiert, verwendet die CNC als Speicherplatznummer den aktuellen STEP-Wert.
- ▶ Es können bis zu 1000 Korrekturwerte gespeichert werden (Korrekturwert = Versatz-, Rotations- und Skalierwerte).
- ▶ Die Korrekturwerte werden am Start einer Abarbeitung automatisch gelöscht.
- ▶ Der Befehl muss mit einem Komma vom G39 abgetrennt werden.

Beispiel

Hinweise für das Beispiel:

- ▶ Der CNC-Befehl NOCAMA muss geschaltet sein.
- ▶ Das Speichern der Messwerte ist sinnvoll, wenn diese zu einem späteren Zeitpunkt benötigt werden.

In diesem Beispiel sollen 16 Muster zunächst vermessen und danach abgearbeitet werden. Um zeitaufwendige Werkzeugwechsel oder Messvorgänge zu vermeiden, werden die Korrekturwerte für jedes Muster gespeichert und bei Bedarf aus dem Speicher abgerufen.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

%%5000	
M31	
G34	Korrekturwerte löschen
X..Y..G32	Messpunkt P1



X..Y..G32	Messpunkt P2
G31	Korrekturwerte berechnen und Korrekturfunktion einschalten
G39,SAVE	aktuelle Korrekturwerte SPEICHERN
G30	Tabelle mit den Kameradaten löschen
X..Y..M50	1. Muster
...	
X..Y..M50M30	16. Muster
M31	
G39,LOAD	aktuelle Korrekturwerte LADEN
X..Y..T1	1. Bohrposition für T1
...	
X..Y..	letzte Bohrposition für T1
X..Y..M50	1. Muster
...	
X..Y..M50M30	16. Muster
G30	Korrekturfunktion ausschalten

M75: Zeichenkette zum Kamerarechner senden

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
M75,s	Zeichenkette zum Kamerarechner senden

Argument	Beschreibung
s	Zeichenkette

Mit dem M75-Befehl wird eine Zeichenkette zum Kamerarechner übertragen.

- ▶ Die Bedeutung der Zeichenkette ist abhängig vom Kamerarechner (z. B. Koordinatenwert, usw.).
- ▶ Die Zeichenkette muss mit einem Komma vom Befehl abgetrennt werden.
- ▶ Mit dem CNC-Befehl CAMM,J wird eingestellt, ob die CNC nach der Übertragung auf eine Antwort wartet oder nicht.
- ▶ Die maximale Wartezeit wird mit dem CNC-Befehl CATM eingestellt.

Nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers.

10 Oberflächenermittlung

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen die Oberflächenermittlung im [Teileprogramm](#) programmiert wird. Die CNC unterstützt für SLM folgende Verfahren:

- ▶ Vermessen/Verwenden der Oberfläche: An programmierten Positionen wird die Oberfläche der Leiterplatte bzw. der Unterlage gemessen und in einem [Oberflächenspeicher](#) abgelegt. Während der Abarbeitung werden diese Werte per Befehl aus dem Speicher geholt und für die Z-Achsen-Positionierung verwendet. Für eine komplette Fräskontur wird lediglich der Oberflächenwert vor dem T0-Block berücksichtigt. Die Funktion arbeitet ausschließlich in Verbindung mit der Tiefensteuerung der Z-Achse.
- ▶ Ermittlung der Oberflächenstruktur im Raster: An programmierten Positionen bzw. automatisch wird die Oberfläche der Leiterplatte gemessen und im Oberflächenspeicher abgelegt. Für die Abarbeitung werden die interpolierten Werte automatisch verwendet. Mit diesem Verfahren kann auch innerhalb von Fräskonturen stufenweise die Oberflächenveränderung berücksichtigt werden. Die Funktion arbeitet ausschließlich mit dem Standard-Absenkauf der Z-Achse.

Hinweis

Der im Folgenden aufgeführte Befehlssatz der CNC 8x.00 gilt ab Softwareversion 12.01.001 für SLM.

Den Befehlssatz der CNC 8x.00 bis Softwareversion 11.17.006 für Spot Facing finden Sie im Handbuch *CNC 8x.00 – Spot Facing*.

10.1 SLM

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen die Oberflächenermittlung (SLM) im Teilprogramm programmiert wird.

G70: SLM ausschalten

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
G70	SLM ausschalten	

Mit dem G70-Befehl wird das Ermitteln, Benutzen und Speichern einer Bezugsoberfläche für die Tiefensteuerung ausgeschaltet.

- ▶ Alle Einstellungen bleiben erhalten.
- ▶ Mit dem G71-Befehl wird die Funktion wieder eingeschaltet. Dabei werden wieder die ursprünglichen Einstellungen verwendet.

Hinweis

Eine mit Step-and-Repeat programmierte Oberflächenermittlung muss ein- und wieder ausgeschaltet werden, sonst wird der Fehler „Fehler 'step+repeat' + Verwendung manueller Messungen (LH-Modus) nicht beendet (G70/G110 fehlt)“ (Fehler 25/100) ausgegeben.



Beispiel: Messen

Während der Abarbeitung eines Teileprogramms sollen an verschiedenen Positionen Löcher mit exakter Tiefe gebohrt werden. Da zum Zeitpunkt des Bohrens keine Oberfläche ermittelt werden kann, wird am Programmanfang die Oberfläche der Platte an mehreren Positionen abgetastet. Die Werte werden gespeichert und innerhalb des Teileprogramms abgerufen.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

<pre> %%5000 (MEASURING) G71 X165.Y15.G73L1 G75 X110.Y10.G73L2 G75 (PRODUCTION) G71K.4 L1 X165.Y15.T1 X170.Y15. G71K.5 L2 X110.Y10.T0T5 X110.Y30.G1F1.5 X110.Y30.T0 G70 X..Y.. \$ T1D..S... T2D..S... \$ </pre>	<p>SLM einschalten</p> <p>1. Abtastvorgang. Messergebnis im Oberflächenspeicher L1 ablegen</p> <p>Messtaster hochziehen (optional)</p> <p>2. Abtastvorgang. Messergebnis im Oberflächenspeicher L2 ablegen</p> <p>Messtaster hochziehen (optional)</p> <p>Relative Arbeitsebene = 0.4 mm</p> <p>Messwert aus dem Oberflächenspeicher L1 holen</p> <p>1. Bohrhub, Bezugs­oberfläche = L1-Wert, Eintauchtiefe = 0.4 mm</p> <p>2. Bohrhub, Bezugs­oberfläche = L1-Wert, Eintauchtiefe = 0.4 mm</p> <p>Relative Arbeitsebene = 0.5 mm</p> <p>Messwert aus dem Oberflächenspeicher L2 holen</p> <p>Fräsanfang</p> <p>Fräsung durchführen, Bezugs­oberfläche = L2-Wert, Eintauchtiefe = 0.5 mm</p> <p>Fräsende</p> <p>SLM ausschalten</p> <p>Programmabschnitt ohne Tiefensteuerung</p> <p>Programmende</p>
--	---

Verwandte Themen

[G71: SLM einschalten und relative Arbeitsebene definieren, Seite 141](#)

G71: SLM einschalten und relative Arbeitsebene definieren

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
G71	SLM einschalten	
G71Kk	Relative Arbeitsebene definieren	
Argument	Beschreibung	
k	Relative Arbeitsebene, Bezugsoberfläche = aktueller Referenzwert	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Positiver Wert: Eintauchtiefe ▶ Negativer Wert: Reststeg 	

Mit dem G71-Befehl wird SLM eingeschaltet.

- ▶ Mit dem Einschalten der Funktion wird gleichzeitig die Tiefensteuerung der Z-Achse aktiviert. D. h. beim Absenken der Z-Achse wird der Vorschub so gesteuert, dass kein Überschwingen beim Erreichen der Arbeitsebene erfolgt.
- ▶ Optional kann mit dem G71-Befehl die relative Arbeitsebene programmiert werden ([G71K](#)).
 - Befindet sich die Arbeitsebene unterhalb der Bezugsoberfläche, muss ein positiver Wert programmiert werden (z. B. G71K1.5).
 - Befindet sich die Arbeitsebene oberhalb der Bezugsoberfläche, muss ein negativer Wert programmiert werden (z. B. G71K-2.0).
- ▶ Anmerkung: Die Abtastebene (Ermitteln der Bezugsoberfläche) muss mit dem CNC-Befehl BOTK bzw. TOPK eingestellt werden.

Hinweis

Eine mit Step-and-Repeat programmierte Oberflächenermittlung muss ein- und wieder ausgeschaltet werden, sonst wird der Fehler „Fehler 'step+repeat' + Verwendung manueller Messungen (LH-Modus) nicht beendet (G70/G110 fehlt)“ (Fehler 25/100) ausgegeben.

Hinweis

Wenn ein [SLM-Messtaster](#) verwendet, gilt:

- ▶ (Bis Softwareversion 12.05.007) Enthält ein Teileprogramm mehrere G71-Befehle hintereinander, ohne dass dazwischen ein G70-Befehl programmiert ist, wird die Z-Achse bei jedem G71 auf die Maschinenstoppebene (Z.EMG) hochgezogen.
- ▶ (Ab Softwareversion 20.12.015) Enthält ein Teileprogramm mehrere G71-Befehle hintereinander, ohne dass dazwischen G70 programmiert ist, wird die Z-Achse nur bei dem ersten G71 auf die Maschinenstoppebene (Z.EMG) hochgezogen.

Beispiel: Messen

Während der Abarbeitung eines Teileprogramms sollen an verschiedenen Positionen Löcher mit exakter Tiefe gebohrt werden. Da zum Zeitpunkt des Bohrens keine Oberfläche ermittelt werden kann, wird am Programmfang die Oberfläche der Platte an mehreren Positionen abgetastet. Die Werte werden gespeichert und innerhalb des Teileprogramms abgerufen.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```
%%5000
( MEASURING )
```



G71	SLM einschalten
X165.Y15.G73L1	1. Abtastvorgang. Messergebnis im Oberflächenspeicher L1 ablegen
G75	Messtaster hochziehen (optional)
X110.Y10.G73L2	2. Abtastvorgang. Messergebnis im Oberflächenspeicher L2 ablegen
G75	Messtaster hochziehen (optional)
(PRODUCTION)	
G71K.4	Relative Arbeitsebene = 0.4 mm
L1	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L1 holen
X165.Y15.T1	1. Bohrhub, Bezugsoberfläche = L1-Wert, Eintauchtiefe = 0.4 mm
X170.Y15.	2. Bohrhub, Bezugsoberfläche = L1-Wert, Eintauchtiefe = 0.4 mm
G71K.5	Relative Arbeitsebene = 0.5 mm
L2	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L2 holen
X110.Y10.T0T5	Fräsanfang
X110.Y30.G1F1.5	Fräsung durchführen, Bezugsoberfläche = L2-Wert, Eintauchtiefe = 0.5 mm
X110.Y30.T0	Fräsende
G70	SLM ausschalten
X..Y..	Programmabschnitt ohne Tiefensteuerung
\$	Programmende
T1D..S...	
T2D..S...	
\$	

Verwandte Themen

[G70: SLM ausschalten, Seite 139](#)

[G73: Bezugsoberfläche ermitteln/speichern, Seite 143](#)

G72: Oberflächenspeicher löschen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
G72	Alle Werte im Oberflächenspeicher löschen	

Mit dem G72-Befehl werden alle Werte aus dem Oberflächenspeicher gelöscht.

Hinweis

Beim Laden eines Teileprogramms und am Anfang eines [Programmdurchlaufs](#) werden alle Werte im Oberflächen- und im Mittelwertspeicher gelöscht.

Verwandte Themen

[G73: Bezugsfläche ermitteln/speichern, Seite 143](#)

G73: Bezugsfläche ermitteln/speichern

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
G73	Aktuellen Messwert im Mittelwertspeicher ablegen
G73Ln	Aktuellen Messwert im Oberflächenspeicher Ln ablegen
XxYyG73	Messung an der XY-Position durchführen und im Mittelwertspeicher ablegen
XxYyG73Ln	Messung an der XY-Position durchführen und im Oberflächenspeicher Ln ablegen

Argument	Beschreibung
n	Nummer des Speicherplatzes im Oberflächenspeicher
x	X-Koordinate der Messposition
y	Y-Koordinate der Messposition

Mit dem G73-Befehl kann die Oberfläche vermessen und der aktuelle zuletzt gemessene Messwert im Oberflächenspeicher abgelegt werden.

Hinweis

Bei der ersten Ausführung des Befehls wird geprüft, ob das SLM-Device kalibriert ist. Ist das nicht der Fall, erscheint eine Fehlermeldung.

Hinweis

Ermittelte Oberflächenwerte werden bezogen auf die Spitze eines ideal eingespannten Werkzeugs gespeichert und verwendet.

G73

Der aktuelle Messwert wird im [Mittelwertspeicher](#) abgelegt. Der Messwert kann z. B. die zuletzt ermittelte Oberfläche eines Messvorgangs sein. Der Mittelwertspeicher kann maximal 100 Werte aufnehmen. Die Berechnung eines Mittelwerts erfolgt mit dem Befehl G74.

G73Ln

Der aktuelle Messwert wird im [Oberflächenspeicher Ln](#) (n = Nummer des Speicherplatzes) abgelegt.

XxYyG73

An der XY-Position erfolgt ein Messvorgang und das Messergebnis wird im Mittelwertspeicher abgelegt. Der Mittelwertspeicher kann maximal 100 Werte aufnehmen.

XxYyG73Ln

An der XY-Position erfolgt ein Messvorgang und das Messergebnis wird im Oberflächenspeicher Ln abgelegt.



Hinweis

Bei aktiver No-Tool-Funktion wird bei Aktivierung des G73-Befehls eine Warnmeldung angezeigt.

Konnte keine Bezugsoberfläche ermittelt werden, erfolgt eine Fehlermeldung und die CNC stoppt die Abarbeitung. Die Messung muss wiederholt werden.

Hinweis

Damit die Funktion "Starten mit Block" fehlerfrei ausgeführt wird, muss jeder Programmabschnitt mit dem Befehl G71 beginnen und mit G70 abgeschlossen werden.

Hinweis

Der CNC-Befehl T0 in der Zeile des Programmbefehls bewirkt die Ablage des Werkzeugs.

Hinweis

Der CNC-Befehl TD in der Zeile des Programmbefehls bewirkt die Aufnahme eines Dummy-Werkzeugs. Voraussetzung: Die Maschine ist mit einem Dummy-Werkzeug ausgestattet ist (s. Maschinenparameter DUMMY).

Beispiel: Messen

Während der Abarbeitung eines Teileprogramms sollen an verschiedenen Positionen Löcher mit exakter Tiefe gebohrt werden. Da zum Zeitpunkt des Bohrens keine Oberfläche ermittelt werden kann, wird am Programmanfang die Oberfläche der Platte an mehreren Positionen abgetastet. Die Werte werden gespeichert und innerhalb des Teileprogramms abgerufen.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

<pre> %%5000 (MEASURING) G71 X165.Y15.G73L1 G75 X110.Y10.G73L2 G75 (PRODUCTION) G71K.4 L1 X165.Y15.T1 X170.Y15. G71K.5 L2 </pre>	<p>SLM einschalten</p> <p>1. Abtastvorgang. Messergebnis im Oberflächenspeicher L1 ablegen</p> <p>Messtaster hochziehen (optional)</p> <p>2. Abtastvorgang. Messergebnis im Oberflächenspeicher L2 ablegen</p> <p>Messtaster hochziehen (optional)</p> <p>Relative Arbeitsebene = 0.4 mm</p> <p>Messwert aus dem Oberflächenspeicher L1 holen</p> <p>1. Bohrhub, Bezugsoberfläche = L1-Wert, Eintauchtiefe = 0.4 mm</p> <p>2. Bohrhub, Bezugsoberfläche = L1-Wert, Eintauchtiefe = 0.4 mm</p> <p>Relative Arbeitsebene = 0.5 mm</p> <p>Messwert aus dem Oberflächenspeicher L2 holen</p>
--	--

X110.Y10.T0T5	Fräsanfang
X110.Y30.G1F1.5	Fräsung durchführen, Bezugsöberfläche = L2-Wert, Eintauchtiefe = 0.5 mm
X110.Y30.T0	Fräsende
G70	SLM ausschalten
X..Y..	Programmabschnitt ohne Tiefensteuerung
\$	Programmende
T1D..S...	
T2D..S...	
\$	

Verwandte Themen

[G70: SLM ausschalten, Seite 139](#)

[G71: SLM einschalten und relative Arbeitsebene definieren, Seite 141](#)

[G74: Mittelwert berechnen und speichern, Seite 145](#)

[L: Platz im Oberflächenspeicher, Seite 149](#)

G74: Mittelwert berechnen und speichern

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
G74Ln	Mittelwert berechnen und im Oberflächenspeicher Ln ablegen

Argument	Beschreibung
n	Nummer des Speicherplatzes im Oberflächenspeicher

Mit dem G74-Befehl wird ein Mittelwert berechnet und im Oberflächenspeicher abgelegt.

- ▶ Der Mittelwert wird aus den Werten berechnet, die sich im Mittelwertspeicher befinden.
- ▶ Das Füllen des Mittelwertspeichers erfolgt mit dem Befehl G73 (ohne L-Angabe).
- ▶ Die Art der Berechnung kann konfiguriert werden:
 - Ergebnis = arithmetischer Mittelwert. Hierbei werden alle Messwerte addiert und durch die Anzahl der Messwerte geteilt (CNC-Befehl SPAV,A).
 - Ergebnis = Mittelwert aus dem Median bilden, wobei die Werte der Größe nach aufsteigend addiert werden. Bei einer ungeraden Messwertanzahl, ist der Mittelwert der Median; bei einer geraden Anzahl, werden die beiden mittleren Werte addiert und durch 2 dividiert (CNC-Befehl SPAV,M).
 - Ergebnis = Mittelwert aus kleinstem und größtem Messwert (CNC-Befehl SPAV,O).
 - Ergebnis = Mittelwert aus allen Werten, außer dem kleinsten und größten Messwert (CNC-Befehl SPAV,T).
- ▶ Der berechnete Mittelwert wird im Speicherplatz Ln des Oberflächenspeichers abgelegt.
- ▶ Anschließend werden alle Einträge im Mittelwertspeicher gelöscht.



Beispiel: Mittelwert bilden

Aus den Werten mehrerer Abtastpositionen soll ein Mittelwert gebildet werden. Anschließend wird dieser berechnete Mittelwert im Oberflächenspeicher abgelegt.

Lösung:

- ▶ Jeder Abtastvorgang wird mit dem G73-Befehl (ohne L) programmiert. Dadurch wird das Messergebnis im Mittelwertspeicher abgelegt.
- ▶ Mit dem G74-Befehl (mit L) erfolgt die Berechnung des Mittelwertes und das Ergebnis wird im Oberflächenspeicher abgelegt. Alle Werte im Mittelwertspeicher werden gelöscht.
- ▶ Hinweis: Der Inhalt des Oberflächenspeichers kann über die Schaltfläche „Speichern“ vom Bediener in einer Datei abgespeichert werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

%%5000	
(MEASURING)	
G71	SLM einschalten
X130.Y120.G73	Abtastvorgang, Messergebnis im Mittelwertspeicher ablegen
X140.Y130.G73	Abtastvorgang, Messergebnis im Mittelwertspeicher ablegen
X120.Y120.G73	Abtastvorgang, Messergebnis im Mittelwertspeicher ablegen
X130.Y130.G73	Abtastvorgang, Messergebnis im Mittelwertspeicher ablegen
G74L1	Mittelwert berechnen, Ergebnis im Oberflächenspeicher L1 ablegen
(PRODUCTION)	
...	
L1	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L1 holen
G71Z.4	Relative Arbeitsebene = 0.4 mm
X165.Y15.T1	1. Bohrhub, Bezugsoberfläche = L1-Wert, Eintauchtiefe = 0.4 mm
X170.Y15.	2. Bohrhub, Bezugsoberfläche = L1-Wert, Eintauchtiefe = 0.4 mm
G71Z.5	Relative Arbeitsebene = 0.5 mm
X125.Y125.T0T5	Fräsanfang
X135.Y135.G1F1.5	Fräsung durchführen, Eintauchtiefe = 0.5 mm
X135.Y135.T0	Fräsende
L2	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L2 holen
...	Bezugsoberfläche = L2-Wert, Eintauchtiefe = 0.5 mm
G70	SLM ausschalten
X..Y..	Programmabschnitt ohne Tiefensteuerung
...	...

```

$
T1D..S...
T2D..S...
$

```

Programmende

Beispiel: Mittelwertbildung mit Protokoll

Entsprechend dem vorherigen Beispiel soll aus den gemessenen Oberflächenwerten ein Mittelwert gebildet werden. Zusätzlich zum Speichern im Mittelwertspeicher wird jedes Messergebnis im Oberflächenspeicher abgelegt. Dadurch kann geprüft werden, ob auch alle erforderlichen Positionen korrekt abgetastet wurden. Während der Abarbeitung wird allerdings nur der berechnete Mittelwert verwendet.

Lösung:

- ▶ Jeder Messvorgang wird mit dem G73-Befehl (ohne L) programmiert. Dadurch wird der gemessene Wert im Mittelwertspeicher abgelegt.
- ▶ Im nächsten Block wird mit dem G73-Befehl (mit L, ohne Koordinaten) der aktuelle Wert zusätzlich im Oberflächenspeicher abgelegt.
- ▶ Mit dem G74-Befehl wird das Berechnen des Mittelwertes durchgeführt. Außerdem werden alle Werte im Mittelwertspeicher gelöscht.
- ▶ Anschließend kann der Oberflächenspeicher vom Bediener in einer Datei abgespeichert werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

```

%%5000
( MEASURING )
G71
X130.Y120.G73
G73L101
X140.Y130.G73
G73L102
X120.Y120.G73
G73L103
X130.Y130.G73
G73L104
G74L1
( PRODUCTION )
...
L1

```

SLM einschalten
 Abtastvorgang, Messergebnis im Mittelwertspeicher ablegen
 Messergebnis zusätzlich im Oberflächenspeicher L101 ablegen (protokollieren)
 Abtastvorgang, Messergebnis im Mittelwertspeicher ablegen
 Messergebnis zusätzlich im Oberflächenspeicher L102 ablegen (protokollieren)
 Abtastvorgang, Messergebnis im Mittelwertspeicher ablegen
 Messergebnis zusätzlich im Oberflächenspeicher L103 ablegen (protokollieren)
 Abtastvorgang, Messergebnis im Mittelwertspeicher ablegen
 Messergebnis zusätzlich im Oberflächenspeicher L104 ablegen (protokollieren)
 Mittelwert berechnen, Ergebnis im Oberflächenspeicher L1 ablegen
 Messwert aus dem Oberflächenspeicher L1 holen



G71Z.4	Relative Arbeitsebene = 0.4 mm
X165.Y15.T1	1. Bohrhub, Bezugs­oberfläche = L1-Wert, Eintauch­tiefe = 0.4 mm
X170.Y15.	2. Bohrhub, Bezugs­oberfläche = L1-Wert, Eintauch­tiefe = 0.4 mm
G71Z.5	Relative Arbeitsebene = 0.5 mm
X125.Y125.T0T5	Fräsanfang
X135.Y135.G1F1.5	Fräsung durchführen, Bezugs­oberfläche = L1-Wert, Eintauch­tiefe = 0.5 mm
X135.Y135.T0	Fräsende
L2	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L2 holen
...	Bezugs­oberfläche = L2-Wert, Bezugs­oberfläche = 0.5 mm
G70	SLM ausschalten
X..Y..	Programmabschnitt ohne Tiefensteuerung
...	...
\$	Programmende
T1D..S...	
T2D..S...	
\$	

Verwandte Themen

[L: Platz im Oberflächenspeicher, Seite 149](#)

[G73: Bezugs­oberfläche ermitteln/speichern, Seite 143](#)

G75: Messtaster hochziehen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
G75	Messtaster hochziehen	

Mit dem G75-Befehl wird der Messtaster hochgezogen.

Hinweis

Am Ende eines Programmabschnitts mit G73-Befehlen wird der Messtaster automatisch hochgezogen.

Beispiel

Nach den Abtastvorgängen soll der Messtaster programmgesteuert hochgezogen werden.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

%%5000

(MEASURING)	
G71	SLM einschalten
X10.Y120.G73L1	Abtastvorgang, Messergebnis im Oberflächenspeicher L1 ablegen
X20.Y120.G73L2	Abtastvorgang, Messergebnis im Oberflächenspeicher L2 ablegen
X30.Y120.G73L3	Abtastvorgang, Messergebnis im Oberflächenspeicher L3 ablegen
G75	Messtaster hochziehen (optional)
(PRODUCTION)	
G71K.2	Relative Arbeitsebene definieren
L1	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L1 abrufen
X12.Y120.T8	Tiefenbohrung ausführen
L2	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L2 abrufen
X22.Y120	Tiefenbohrung ausführen
L3	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L3 abrufen
X32.Y120	Tiefenbohrung ausführen
G70	SLM ausschalten
...	...
\$	Programmende
T1D..S...	
T2D..S...	
\$	

Verwandte Themen

[L: Platz im Oberflächenspeicher, Seite 149](#)

L: Platz im Oberflächenspeicher

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
L <i>n</i>	Nummer eines Platzes im Oberflächenspeicher	
Argument	Beschreibung	
<i>n</i>	Nummer des Speicherplatzes im Oberflächenspeicher	

Mit dem L-Befehl wird ein Wert im Oberflächenspeicher abgelegt oder wieder ausgelesen. Die Bedeutung des Befehls hängt ab von der Programmierweise:

- ▶ Aktuelles Messergebnis im Oberflächenspeicher ablegen: Der L-Befehl muss im selben Block mit den Befehlen G73 oder G74 programmiert werden.
- ▶ Wert aus dem Oberflächenspeicher abrufen. Der L-Befehl muss in einem separaten Block programmiert werden.



Hinweis

Wird während der Abarbeitung ein Wert aus dem Oberflächenspeicher verwendet, erfolgt beim Absenken der Z-Achse keine Überprüfung der Plattenoberfläche. Dies hat zur Folge, dass auch die Werkzeuglänge nicht überwacht wird (SUTO-Überwachung).

Beispiel: Messen

Während der Abarbeitung eines Teileprogramms sollen an verschiedenen Positionen Löcher mit exakter Tiefe gebohrt werden. Da zum Zeitpunkt des Bohrens keine Oberfläche ermittelt werden kann, wird am Programmstart die Oberfläche der Platte an mehreren Positionen abgetastet. Die Werte werden gespeichert und innerhalb des Teileprogramms abgerufen.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

%%5000	
(MEASURING)	
G71	SLM einschalten
X165.Y15.G73L1	1. Abtastvorgang. Messergebnis im Oberflächenspeicher L1 ablegen
G75	Messtaster hochziehen (optional)
X110.Y10.G73L2	2. Abtastvorgang. Messergebnis im Oberflächenspeicher L2 ablegen
G75	Messtaster hochziehen (optional)
(PRODUCTION)	
G71K.4	Relative Arbeitsebene = 0.4 mm
L1	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L1 holen
X165.Y15.T1	1. Bohrhub, Bezugs­oberfläche = L1-Wert, Eintauch­tiefe = 0.4 mm
X170.Y15.	2. Bohrhub, Bezugs­oberfläche = L1-Wert, Eintauch­tiefe = 0.4 mm
G71K.5	Relative Arbeitsebene = 0.5 mm
L2	Messwert aus dem Oberflächenspeicher L2 holen
X110.Y10.T0T5	Fräsanfang
X110.Y30.G1F1.5	Fräsung durchführen, Bezugs­oberfläche = L2-Wert, Eintauch­tiefe = 0.5 mm
X110.Y30.T0	Fräsende
G70	SLM ausschalten
X..Y..	Programmabschnitt ohne Tiefensteuerung
\$	Programmende
T1D..S...	
T2D..S...	
\$	

Verwandte Themen
[G73: Bezugsfläche ermitteln/speichern, Seite 143](#)
[G74: Mittelwert berechnen und speichern, Seite 145](#)

10.2 Ermittlung der Oberflächenstruktur im Raster

Dieser Abschnitt enthält Befehle, mit denen die Rastermessung der Oberflächenstruktur im Teileprogramm programmiert wird.

G78: Referenzwert ermitteln und Raster-Messwerte löschen

1000	3000	5000
-	-	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G78	Referenzwert ermitteln und Raster-Messwerte im Oberflächenspeicher löschen	

Hinweis

Dieser Befehl wird für das SLM nicht benötigt, er ist aber aus Kompatibilitätsgründen noch vorhanden. Der Befehl G78 wirkt wie G79.

Beispiel

Für die Ermittlung der Oberflächenstruktur der Unterlage soll für 120 XY-Positionen jeweils ein Messvorgang durchgeführt werden (10 Positionen in X-Richtung und 12 Positionen in Y-Richtung). Der XY-Abstand beträgt 10.0 mm. An der Position X10.Y5. befindet sich die Referenzposition. Die zulässige Z-Abweichung zwischen der Referenz- und den Messpositionen beträgt 1.0 mm.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

M49,MAPT1.0	Maximal zulässige Z-Abweichung zwischen dem Referenzwert und dem aktuellen Messergebnis
X10.Y5.T1G78	Messvorgang und Referenzwert ermitteln
XYG79M31M31	Messvorgang und aktuelle Messabweichung prüfen/speichern
XYM50V2	1. Spalte der Messpositionen
X90.YM50W10M30	Letzte Spalte der Messpositionen (... in X-Richtung)
XYM50V2	1. Reihe der Messpositionen
XY110.M50W12M30	Letzte Reihe der Messpositionen (... in Y-Richtung)

Verwandte Themen
[G79: Messvorgang durchführen und Messabweichung speichern, Seite 152](#)



G79: Messvorgang durchführen und Messabweichung speichern

1000	3000	5000
-	-	•

Befehl	Beschreibung
XxYy G79	Messvorgang durchführen und Messabweichung speichern

Mit dem Befehl G79 wird ein Messvorgang durchgeführt.

- ▶ Nach der Messung wird das Messergebnis (für jede Z-Achse) mit dem Referenzwert verglichen. Der Referenzwert wird für Durchgangsbohren mit dem CNC-Befehl BOTR bzw. TOPR definiert. Ist kein Wert mit BOTR/TOPR definiert, wird der 1. G79-Messwert als Referenzwert gespeichert.
- ▶ Die Differenz zwischen dem Referenzwert und dem aktuellen Messergebnis darf die zulässige Toleranz nicht überschreiten (CNC-Befehl BOTT,R/TOPT,R). Andernfalls wird eine Fehlermeldung angezeigt.
- ▶ Gültige Werte werden als Raster-Messwerte im Oberflächenspeicher abgelegt. Für jede Arbeitsstation existiert ein separater Oberflächenspeicher.
- ▶ Ist ein Werkzeug T.. im Block mit G79 programmiert, hat dieses Werkzeug Vorrang vor der Einstellung mit CNC-Befehl BOTL bzw. TOPL.

Hinweis

Der Befehl G78 wirkt wie G79.

Hinweis

Der CNC-Befehl T0 in der Zeile des Programmbefehls bewirkt die Ablage des Werkzeugs.

Hinweis

Der CNC-Befehl TD in der Zeile des Programmbefehls bewirkt die Aufnahme eines Dummy-Werkzeugs. Voraussetzung: Die Maschine ist mit einem Dummy-Werkzeug ausgestattet ist (s. Maschinenparameter DUMMY).

Ob beim Messen ein Durchgangsbohrhub oder ein Tiefenbohrhub ausgeführt wird, ist in der Programmierung festgelegt:

- ▶ Für die Tiefe im SIEB & MEYER-Code: G83K..
- ▶ Ausnahme: Wenn BOTK bzw. TOPK definiert ist, dann wird immer ein Tiefenbohrhub ausgeführt.

Beispiel

Für die Ermittlung der Oberflächenstruktur der Unterlage soll für 120 XY-Positionen jeweils ein Messvorgang durchgeführt werden (10 Positionen in X-Richtung und 12 Positionen in Y-Richtung). Der XY-Abstand beträgt 10.0 mm. An der Position X10.Y5. befindet sich die Referenzposition. Die zulässige Z-Abweichung zwischen der Referenz- und den Messpositionen beträgt 1.0 mm.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

M49,MAPT1.0

Maximal zulässige Z-Abweichung zwischen dem Referenzwert und dem aktuellen Messergebnis

X10.Y5.T1G78

Messvorgang und Referenzwert ermitteln

XYG79M31M31	Messvorgang und aktuelle Messabweichung prüfen/speichern
XYM50V2	1. Spalte der Messpositionen
X90.YM50W10M30	Letzte Spalte der Messpositionen (... in X-Richtung)
XYM50V2	1. Reihe der Messpositionen
XY110.M50W12M30	Letzte Reihe der Messpositionen (... in Y-Richtung)

Verwandte Themen

[G78: Referenzwert ermitteln und Raster-Messwerte löschen, Seite 151](#)


```
G01X05
Z1.5
G01Y05
M17
M30
```

G82: Tiefensteuerung ausschalten

1000	3000	5000
-	•	•

Befehl	Beschreibung
XxYy G82	Tiefensteuerung ausschalten
XxYy G82Zz	Tiefensteuerung ausschalten und Arbeitsebene definieren
XxYy G83	Tiefensteuerung einschalten
XxYy G83Kk	Tiefensteuerung einschalten und Eintauchtiefe definieren

Argument	Beschreibung
xy	Die programmierte Koordinate wird schon mit der Funktion abgearbeitet.
z	Der Z-Wert bezieht sich auf die Tischoberfläche.
k	Der K-Wert bezieht sich auf die Plattenoberfläche.

Hardwarevoraussetzungen

Für die Tiefensteuerung muss die Maschine entsprechend ausgerüstet sein. Beispiele:

- ▶ Kontaktbohrereinrichtung
- ▶ Separates Tiefen-Messsystem an jeder Z-Achse und Messschalter für die Werkzeugvermessung

Tiefensteuerung ausschalten

Die Bezugsebene ist die Tischoberfläche.

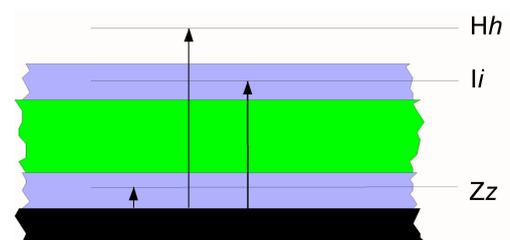


Abb. 77: Tiefensteuerung ausschalten

Bezugsebene = Tischoberfläche (Z0)

- ▶ Ist kein Z-Wert programmiert, wird der manuell eingegebene Z-Wert als Arbeitsebene benutzt.
- ▶ Abhängig vom 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 = Fahrbene
 - I = Anbohrer-Ebene beim Ausspänen (G81)

Beispiel

Die Eintauchtiefe wird mit dem Befehl K definiert.

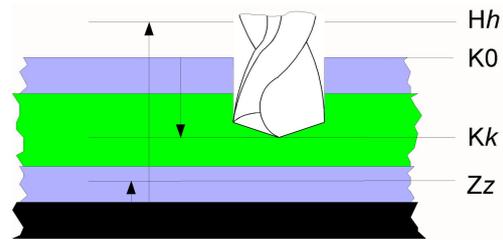


Abb. 78: Tiefensteuerung eingeschaltet

Innerhalb des Teileprogramms wird flexibel die Tiefensteuerung ein- und ausgeschaltet.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000

X20.Y30.T5T0 Z3.

Tiefensteuerung = AUS (Standardeinstellung). Bezugsebene = Tischoberfläche. Die Z-Ebene wird auf 3.0 mm oberhalb der Tischoberfläche definiert.

X20.Y30.G1 F1.2

Tiefensteuerung = AUS. Gerade fräsen. Während der Fräsung wird die Fräsespitze bis zur Z-Ebene Z3. (=3.0 mm) abgesenkt.

X40.Y30.

Tiefensteuerung = AUS. Gerade fräsen.

X40.Y30.G83K2.

Tiefensteuerung EIN. Bezugsebene = Plattenoberfläche. Der Parameter K2. definiert eine Eintauchtiefe von 2.0 mm unterhalb der Plattenoberfläche (inklusive Auflage).

X60.Y50.

Tiefensteuerung = EIN. Gerade fräsen.

X90.Y80.T0 G82

Tiefensteuerung = AUS. Bezugsebene = Tischoberfläche. Damit ist die Z-Ebene (3.0 mm) wieder als Arbeitsebene eingeschaltet. Der K-Wert bleibt erhalten.

Verwandte Themen

[G83: Tiefensteuerung einschalten, Seite 156](#)

G83: Tiefensteuerung einschalten

1000	3000	5000
-	•	•
Befehl	Beschreibung	
XxYy G82	Tiefensteuerung ausschalten	
XxYy G82Zz	Tiefensteuerung ausschalten und Arbeitsebene definieren	
XxYy G83	Tiefensteuerung einschalten	
XxYy G83Kk	Tiefensteuerung einschalten und Eintauchtiefe definieren	
Argument	Beschreibung	
xy	Die programmierte Koordinate wird schon mit der Funktion abgearbeitet.	
z	Der Z-Wert bezieht sich auf die Tischoberfläche.	
k	Der K-Wert bezieht sich auf die Plattenoberfläche.	

Hardwarevoraussetzungen

Für die Tiefensteuerung muss die Maschine entsprechend ausgerüstet sein. Beispiele:

- ▶ Kontaktbohrereinrichtung

- ▶ Separates Tiefen-Messsystem an jeder Z-Achse und Messschalter für die Werkzeugvermessung

Tiefensteuerung einschalten

Die Bezugsebene ist die Plattenoberfläche. Die Tischoberfläche stellt die Bezugsebene für die Grenzwert-Einstellungen (H und Z) dar.

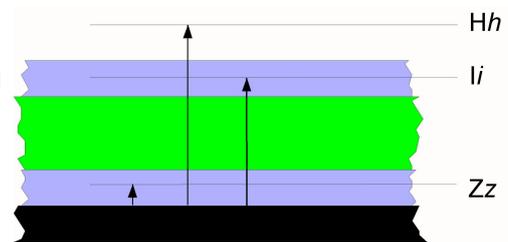


Abb. 79: Tiefensteuerung einschalten

Bezugsebene = Plattenoberfläche

- ▶ Der Parameter K definiert die Eintauchtiefe des Werkzeugs (z. B. zum Bohren von Sacklöchern und Fräsen von Nuten).
- ▶ Ist kein K-Wert definiert, wird der manuell eingegebene K-Wert als Eintauchtiefe benutzt.
- ▶ Der K-Wert bleibt auch nach dem Ausschalten der Tiefensteuerung und Wiedereinschalten erhalten.
- ▶ Auf die K0-Ebene (Plattenoberfläche) beziehen sich folgende Z-Achsenwerte:
 - K = Arbeitstiefe
 - QUIK = Fahrebene bezogen auf die Plattenoberfläche
- ▶ Auf die Z0-Ebene (Tischoberfläche) beziehen sich weiterhin
 - Z = unterste Grenze für die Z-Achsenbewegung
 - H = oberste Grenze für Z-Achsenbewegung

Hinweis

CNC-Befehl DEPM,Z aktiv:

Nach dem Laden eines Teileprogramms wird automatisch eine Programmanalyse durchgeführt. Damit die angezeigten Werte in der Spalte für die Tiefenwerte K auf der Seite „Werkzeuge (stat. 3)“ gültig sind, muss die Programmanalyse bis zum Ende durchgeführt werden.

Nach einem G82-Befehl muss der K-Wert wiederholt werden. Andernfalls fehlen die angezeigten Werte für nachfolgende Werkzeuge.

Beispiel

Die Eintauchtiefe wird mit dem Befehl K definiert.

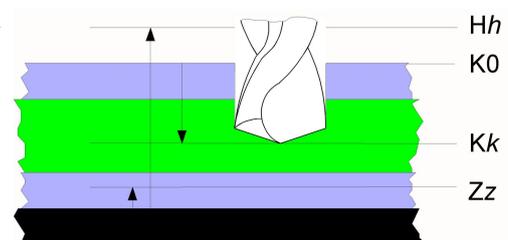


Abb. 80: Tiefensteuerung eingeschaltet

Innerhalb des Teileprogramms wird flexibel die Tiefensteuerung ein- und ausgeschaltet.

Randbedingung	Einstellung
Format	5000



X20.Y30.T5T0 Z3.

Tiefensteuerung = AUS (Standardeinstellung). Bezugsebene = Tischoberfläche. Die Z-Ebene wird auf 3.0 mm oberhalb der Tischoberfläche definiert.

X20.Y30.G1 F1.2

Tiefensteuerung = AUS. Gerade fräsen. Während der Fräsung wird die Fräuserspitze bis zur Z-Ebene Z3. (=3.0 mm) abgesenkt.

X40.Y30.

Tiefensteuerung = AUS. Gerade fräsen.

X40.Y30.G83K2.

Tiefensteuerung EIN. Bezugsebene = Plattenoberfläche. Der Parameter K2. definiert eine Eintauchtiefe von 2.0 mm unterhalb der Plattenoberfläche (inklusive Auflage).

X60.Y50.

Tiefensteuerung = EIN. Gerade fräsen.

X90.Y80.T0 G82

Tiefensteuerung = AUS. Bezugsebene = Tischoberfläche. Damit ist die Z-Ebene (3.0 mm) wieder als Arbeitsebene eingeschaltet. Der K-Wert bleibt erhalten.

Verwandte Themen

[G82: Tiefensteuerung ausschalten, Seite 155](#)

12 Anhang

A Dateiformat

Dieser Abschnitt enthält Informationen über den Aufbau einer Datei, in der ein Teileprogramm gespeichert ist.

A.1 SIEB & MEYER-Steuerungen

Für die verschiedenen Generationen der SIEB & MEYER-Steuerungen gibt es unterschiedliche Standardformate. Die Formatangabe beinhaltet folgende Informationen:

- ▶ Programmaufbau. Die Form, in der ein Teileprogramm auf einem Datenträger gespeichert wird.
 - %% = Anfang des Teileprogramms
 - \$ = Anfang der Werkzeugparameter usw.
- ▶ Koordinateninterpretation.
 - Metrisch oder zöllisch
 - Auflösung (0.01 oder 0.001 oder 0.0001)
 - Führende oder folgende Nullen
- ▶ Befehlsvorrat. Der Umfang der zur Verfügung stehenden Programmierbefehle (G1, M50, T1, usw.) und die dazugehörigen Programmierschriften.

A.2 ISO-Zeichenvorrat

Der gültige Zeichenvorrat eines Teileprogramms entspricht dem ISO-Code (DIN 66024). Da der ISO-Code einer Teilmenge des 7-Bit-ASCII-Codes entspricht, können Teileprogramme auch auf einem Rechner mit einem ASCII-fähigen Text-Editor bearbeitet oder erstellt werden.

Hinweis

ISO-Code enthält nur Großbuchstaben!

A.3 Aufbau einer Programmzeile

Eine Programmzeile ist in allen SIEB & MEYER-Formaten folgendermaßen aufgebaut:

- ▶ Die X-Koordinate steht am Anfang einer Programmzeile.
- ▶ Die Y-Koordinate steht unmittelbar dahinter.
- ▶ Ein Werkzeugwechsel wird hinter den Koordinaten definiert. Hinweis: Die Koordinaten dieser Programmzeile werden schon mit dem neuen Werkzeug abgearbeitet.
- ▶ Zusätzliche Befehle und Parameter werden hinter dahinter programmiert (Fräsbefehle, Lochreihen, Wiederholungen, Versätze, usw.). Sind doppelte Befehle innerhalb einer Zeile vorhanden, wird der letzte Eintrag berücksichtigt. Enthält ein Befehl Klartext, muss dieser Befehl unbedingt am Ende der Programmzeile programmiert werden. Andernfalls werden weitere Befehle als Klartext interpretiert.
- ▶ Jede Programmzeile wird mit einem Zeilenende beendet.

```
%%5000
```

Kennung: Programmanfang (Format 5000)

...	
X12.345Y34.567T1M31	Werkzeugwechsel und Step-and-Repeat-Klammer auf
...	
X50.Y76.T0	Fräsanfang
X55.Y76.G1F1.2	Fräsbedingung
X55.Y76.T0	Fräsende
...	
X100.Y300.T7M97,ABC	Werkzeugwechsel und Klartext bohren
...	
X34567Y45678M50M30	Versatzbefehl und Step-and-Repeat-Klammer zu
\$	Kennung: Werkzeugparameter
...	

A.4 Zeilenende

Jede Programmzeile muss mit einem Zeilenendezeichen abgeschlossen sein! Abhängig vom Betriebssystem, Erstellungsprogramm oder Editor können folgende Hex-Codes als Zeilenende verwendet werden (0x = die folgenden Ziffern stellen einen hexadezimalen Zahlenwert dar).

- ▶ 0x0A (line feed)
- ▶ 0x0D (carriage return)
- ▶ 0x0A0D (line feed, carriage return)
- ▶ 0x0D0A (carriage return, line feed)

Im Zweifelsfall betätigen Sie in ihrem Editor einfach die Eingabetaste. Dies bewirkt im Normalfall das Einfügen eines korrekten Zeilenendes.

A.5 Format 1000

Das Format 1000 wurde für die CNC 25.05 entwickelt. Über den Umfang der zur Verfügung stehenden Befehle und dazugehörigen Programmierschriften informiert Sie die zur CNC 25.05 gehörende Bedienungsanleitung.

A.5.1 Definitionen für das Format 1000

Das Format 1000 wurde für die CNC 25.05 entwickelt.

Kommentar

Am Anfang einer Datei darf beliebiger Kommentartext stehen.

- ▶ Jede Kommentarzeile darf maximal 64 Zeichen enthalten und muss mit einem Zeilenende abgeschlossen sein.
- ▶ Die Verarbeitung der Kommentarzeilen hängt ab von der eingesetzten CNC.
 - CNC 25.05: Während des Einlesens werden die Kommentarzeilen am Bildschirm aufgelistet und nicht in den Programmspeicher übernommen.

- CNC 35.00: Während des Einlesens eines Lochstreifens werden die Kommentarzeilen am Bildschirm aufgelistet und nicht in den Programmspeicher übernommen.
- Ab CNC 4x.00: Während des Einlesens werden die Kommentarzeilen ignoriert.

PROGRAM EXAMPLE	Kommentarzeile
CREATED 18.07.89	Kommentarzeile
MODIFIED 20.07.89	Kommentarzeile
%%	Kennung: Programmanfang
...	

Programmanfang

Der eigentliche Programmanfang wird durch zwei Prozentzeichen (%%) markiert. Anschließend folgt ein Zeilenende.

...	Kommentarzeile
%%	Kennung: Programmanfang
...	

Programmzeile

In den Programmzeilen ist das eigentliche Teileprogramm programmiert.

- ▶ Jede Programmzeile darf maximal 64 Zeichen lang sein.
- ▶ Jede Programmzeile muss mit einem Zeilenende abgeschlossen werden.
- ▶ Eine Programmzeile wird in den Anleitungen auch als "Block" bezeichnet.
- ▶ Nähere Informationen entnehmen Sie der Programmieranleitung für die SIEB & MEYER-Steuerung CNC 25.05.

%%	Kennung: Programmanfang
...	
X..Y..	
...	
\$	Kennung: Werkzeugparameter

Werkzeug-Parameter

Die Werkzeugparameter werden am Ende des Teileprogramms angehängt.

- ▶ Ein Dollarzeichen (\$) startet den Abschnitt der Werkzeugparameter.
- ▶ Im Format 1000 können am Programmende maximal 15 Werkzeugparameter gespeichert werden.
- ▶ Es müssen alle Parameter aller 15 Werkzeugnummern definiert werden.
- ▶ Jeder Parameterwert wird mit dem "\$"-Zeichen abgeschlossen.
- ▶ Ist ein Parameterwert gleich Null, so wird nur das "\$"-Zeichen ausgegeben.
- ▶ Die Reihenfolge der Parameter eines Werkzeugs ist fest vorgeschrieben.
- ▶ Magazinzuweisungen können nicht gespeichert werden. Es gilt die Standardzuweisung: T1 in M1, T2 in M2, T3 in M3 usw.

Parameter	Einheit	Erklärung	Beispiel
D	0.01 mm	Werkzeugdurchmesser	80\$ = 0.8 mm
S	1000 min ⁻¹	Spindeldrehzahl	55\$ = 55000 min ⁻¹
F	0.1 m/min	Vorschub	12\$ = 1.2 m/min
R	0.1 m/min	Rückhubgeschwindigkeit	99\$ = 9.9 m/min
N	100 Hübe	Standzeitvorgabe	30\$ = 3000 Hübe
A	1 ms	Verweilzeit	1000\$ = 1 s

Die Anzahl aller ausgegebenen "\$"-Zeichen muss immer 91 betragen!

1 \$-Zeichen als Startzeichen

90 \$-Zeichen für 15 Werkzeugnummern mit je 6 Parameterwerten

```
$80$55$12$99$30$300$200$40$22$99$30$
$.$. $
```

Werkzeugparameter (ohne Zeilenschaltung)

A.5.2 Beispiel für das Format 1000

Die Bedeutung der Programmzeilen entnehmen Sie den Kommentaren des Beispiels.

PROGRAM EXAMPLE	Max. 64 Zeichen ohne "%"-Zeichen
CREATED 18.07.89	Max. 64 Zeichen ohne "%"-Zeichen
MODIFIED 22.07.89	Max. 64 Zeichen ohne "%"-Zeichen
%%	Kennung: Programmanfang
X1000Y1000T1	Werkzeugwechsel auf T1, Bohrung bei X=10.0 mm/ Y10.0 mm
X3456Y4567	Bohrung bei X=34.56 mm/Y45.67 mm
...	
X12345Y450	Bohrung bei X=123.45 mm/Y=4.5 mm
X4000Y4000T20	Werkzeugwechsel und Positionieren zum Fräsan- fang X=40.0 mm/Y=40.0 mm
X6000Y4000G1F15	1. Frässtrecke nach X=60.0 mm/Y=40.0 mm
X6000Y7000G1	2. Frässtrecke nach X=60.0 mm/Y=70.0 mm
X7000Y6000T0	Fräsende und Hochziehen des Fräasers
...	
\$80\$50\$20\$99\$30\$300\$200\$40\$22\$99\$30\$ \$. \$. \$	Werkzeugparameter (ohne Zeilenschaltung)

Am Ende des Teileprogramms sind die Werkzeugparameter gespeichert. Die ersten beiden Werkzeugnummern und ihre Parameter sind folgendermaßen definiert:

Werkzeugnummer	T1	T2
Durchmesser	80\$ = 0.8 mm	200\$ = 2.0 mm
Drehzahl	50\$ = 50000 min ⁻¹	40\$ = 40000 min ⁻¹
Vorschub	20\$ = 2.0 m/min	22\$ = 2.2 m/min
Rückhubgeschwindigkeit	99\$ = 9.9 m/min	99\$ = 9.9 m/min
Standzeit	30\$ = 3000 Hübe	30\$ = 3000 Hübe
Verweilzeit	300\$ = 300 ms	\$ = 0 ms

Die Magazinzuordnung im Format 1000 ist fest definiert:

- ▶ T1 befindet sich in M1
- ▶ T2 befindet sich in M2 usw.

A.6 Format 3000

Das Format 3000 wurde für die CNC 35.00 entwickelt. Über den Umfang der zur Verfügung stehenden Befehle und dazugehörigen Programmierschriften informiert Sie die zur CNC 35.00 gehörende Programmieranleitung. Das Format 3000 ist kompatibel zum Format 1000.

A.6.1 Definitionen für das Format 3000

Kommentar

Am Anfang einer Datei darf beliebiger Kommentartext stehen.

- ▶ Jede Kommentarzeile darf maximal 64 Zeichen enthalten und muss mit einem Zeilenende abgeschlossen sein.
- ▶ Die Verarbeitung der Kommentarzeilen hängt ab von der eingesetzten CNC und vom Speichermedium.
 - CNC 35.00: Während des Einlesens eines Lochstreifens werden die Kommentarzeilen am Bildschirm aufgelistet und nicht in den Programmspeicher übernommen.
 - Ab CNC 4x.00: Während des Einlesens werden die Kommentarzeilen ignoriert.

PROGRAM EXAMPLE	Kommentarzeile
CREATED 18.07.89	Kommentarzeile
MODIFIED 20.07.89	Kommentarzeile
%%3000	Kennung: Programmanfang
...	

Programmanfang

Der eigentliche Programmanfang wird durch zwei Prozentzeichen (%%) markiert.

- ▶ Hinter den Prozentzeichen steht die vierstellige Formateinstellung: 3000. Während des Einlesens wird eine vom Standard abweichende Formateinstellung zum Umrechnen der formatabhängigen Zahlenwerte verwendet.
- ▶ Die Zeile muss mit einem Zeilenende abgeschlossen werden. Während des Einlesens werden alle folgenden Zeilen (bis zum \$-Zeichen) in den Programmspeicher übernommen.

...	Kommentarzeile
%%3000	Kennung: Programmanfang
...	

Programmzeile

In den Programmzeilen ist das eigentliche Teileprogramm programmiert.

- ▶ Jede Programmzeile darf maximal 64 Zeichen lang sein.
- ▶ Jede Programmzeile muss mit einem Zeilenende abgeschlossen werden.

- ▶ Eine Programmzeile wird in den Anleitungen auch als "Block" bezeichnet.
- ▶ Während des Einlesens werden alle Programmzeilen in den Programmspeicher übernommen. Dort können sie mit dem CNC-Editor bearbeitet und in der Grafikdarstellung angezeigt werden.
- ▶ Nähere Informationen entnehmen Sie der Anleitung SIEB & MEYER - Befehlssatz SIEB & MEYER.

```
%%3000
```

Kennung: Programmanfang

```
...
```

```
X..Y..
```

```
...
```

```
$
```

Kennung: Werkzeugparameter

Werkzeug-Parameter

Die Werkzeugparameter werden am Ende des Teileprogramms angehängt.

- ▶ Ein Dollarzeichen (\$) startet den Abschnitt der Werkzeugparameter.
- ▶ Im Format 3000 können am Programmende maximal 30 Werkzeugparameter gespeichert werden.
- ▶ Es werden nur die Parameter der Werkzeugnummern ausgegeben, die im Teileprogramm programmiert sind. Jeder Werkzeugdatensatz kann aus mehreren Zeilen bestehen, die jeweils mit einem Zeilenende abgeschlossen sind.
 - 1. Zeile = Werkzeugdaten
 - Ab der 2. Zeile: Magazinliste (optional)
- ▶ Die Werkzeugdaten enthalten die Werkzeugnummer T und die Werkzeugparameter (D, S, F, R usw.).
 - Werden für eine Werkzeugnummer identische Kennbuchstaben mit unterschiedlichen Werten ausgegeben, verwendet die CNC den letzten Wert.
 - Wird für einen Parameter nur der Kennbuchstabe gespeichert, bewirkt dies während des Einlesens der Datei in die CNC, dass der entsprechende Wert in der Werkzeugh Tabelle auf Null gesetzt wird.
 - Wird für einen Parameter kein Kennbuchstabe gespeichert, bewirkt dies während des Einlesens der Datei in die CNC, dass der entsprechende Wert in der Werkzeugh Tabelle nicht verändert wird.
- ▶ Die Magazinliste enthält die Magazinnummern, die der Bestückung der Maschine entsprechen.
 - Jede Magazinnummer wird mit dem Buchstaben M gekennzeichnet.
 - Nach jeweils 10 Magazinen wird ein Zeilenende ausgegeben, ebenso am Ende der Magazinliste.
- ▶ Ein Dollarzeichen (\$) beendet den Abschnitt der Werkzeugparameter.
- ▶ Während des Einlesens werden die Werkzeugparameter standardmäßig in die Werkzeugh Tabellen übernommen. Das tatsächliche Verhalten hängt allerdings von der Konfiguration der CNC ab (z. B. die CNC-Befehle OT, OD, usw.).

Parameter	Einheit	Erklärung	Beispiel
T	1 bis 30	Werkzeugnummer	T1 = Werkzeugnummer T1
D	0.01 mm	Werkzeugdurchmesser	D80 = 0.8 mm
S	1000 min ⁻¹	Spindeldrehzahl	S55 = 55000 min ⁻¹
F	0.1 m/min	Vorschub	F12 = 1.2 m/min
R	0.1 m/min	Rückhubgeschwindigkeit	R99 = 9.9 m/min
N	100 Hübe	Standzeitvorgabe	N30 = 3000 Hübe
A	1 ms	Verweilzeit	A1000 = 1 s

Parameter	Einheit	Erklärung	Beispiel
M	1 bis 30	Magazinnummer	M1M2M3M4 oder M1-M4

Ist ein Parameterwert gleich Null, braucht nur der Kennbuchstabe gespeichert werden.

\$	Kennung: Werkzeugparameter
T1D80S50F20R99N10A1000	Werkzeugparameter T1
M1M2M3	Magazinuordnung für T1
T2D200S40F22R99N30	Werkzeugparameter T2
M4M5M6M7M8M9M10M11M12M13	Nach je 10 Magazinen eine neue Zeile
M14M15M16	Restliche Magazine für T1
...	Weitere Werkzeugparameter
\$	Ende der Werkzeugtabelle

A.6.2 Beispiel für das Format 3000

Die Bedeutung der Programmzeilen entnehmen Sie den Kommentaren des Beispiels.

PROGRAM	EXAMPLE	Max. 64 Zeichen ohne "%" -Zeichen
CREATED	18.07.89	Max. 64 Zeichen ohne "%" -Zeichen
MODIFIED	22.07.89	Max. 64 Zeichen ohne "%" -Zeichen
%3000		Kennung: Programmanfang (Format 3000)
X10.Y10.T1		Werkzeugwechsel auf T1, Bohrung bei X=10.0 mm/ Y=10.0 mm
X.3Y.45		Bohrung bei X=0.3 mm/Y=0.45 mm
...		
X123.45Y.451		Bohrung bei X=123.45 mm/Y=0.451 mm
X40.Y40.T1T0		Werkzeugwechsel und Positionieren zum Fräsanfang X=40.0 mm/Y=40.0 mm
X60.Y40.G1F15		1. Frässtrecke nach X=60.0 mm/Y=40.0 mm
X60.Y70.		2. Frässtrecke nach X=60.0 mm/Y=70.0 mm
X60.Y70.T0		Fräsende und Hochziehen des Fräasers
\$		Kennung: Werkzeugparameter
T1D80S50F20R150N10A300		
M1M2M3		
T2D200S40F22R150N30		
M4M5M6M7M8M9M10M11M12M13		
M14M15M16		
\$		

Am Ende des Teileprogramms sind die Werkzeugparameter gespeichert. Die ersten beiden Werkzeugnummern und ihre Parameter sind folgendermaßen definiert:

Werkzeugnummer	T1	T2
Durchmesser	D80 = 0.8 mm	D200 = 2.0 mm
Drehzahl	S50 = 50000 min ⁻¹	S40 = 40000 min ⁻¹
Vorschub	F20 = 2.0 m/min	F22 = 2.2 m/min
Rückhubgeschwindigkeit	R150 = 15.0 m/min	R150 = 15.0 m/min
Standzeit	N30 = 3000 Hübe	N30 = 3000 Hübe
Verweilzeit	A300 = 300 ms	
Magazinzuordnung	M.. = Magazine 1 bis 3	M.. = Magazine 4 bis 16

A.7 Format 5000

Das Format 5000 wurde für die Serie CNC 4x.00 entwickelt und ist auch das Format der Serie CNC 8x.00. Das Format 5000 ist kompatibel zu den Formaten 1000 und 3000. Informationen über den Umfang der zur Verfügung stehenden Befehle und dazugehörige Programmierschriften finden Sie in der Anleitung SIEB & MEYER - Befehlssatz.

A.7.1 Definitionen für das Format 5000

Kommentar

Am Anfang einer Datei darf beliebiger Kommentartext stehen.

- ▶ Jede Kommentarzeile darf maximal 64 Zeichen enthalten und muss mit einem Zeilenende abgeschlossen sein.
- ▶ Während des Einlesens werden die Kommentarzeilen ignoriert.

```
PROGRAM EXAMPLE
CREATED 18.07.89
MODIFIED 20.07.89
%%5000
...
```

Kommentarzeile

Kommentarzeile

Kommentarzeile

Kennung: Programmanfang

Programmanfang

Der eigentliche Programmanfang wird durch zwei Prozentzeichen (%%) markiert.

- ▶ Hinter den Prozentzeichen steht die vierstellige Formateinstellung: 5000. Während des Einlesens wird eine vom Standard abweichende Formateinstellung zum Umrechnen der formatabhängigen Zahlenwerte verwendet.
- ▶ Die Zeile muss mit einem Zeilenende abgeschlossen werden. Während des Einlesens werden alle folgenden Zeilen (bis zum \$-Zeichen) in den Programmspeicher übernommen.

```
...
%%5000
...
```

Kommentarzeile

Kennung: Programmanfang

Programmzeile

In den Programmzeilen ist das eigentliche Teileprogramm programmiert.

- ▶ Jede Programmzeile darf maximal 64 Zeichen lang sein.

- ▶ Jede Programmzeile muss mit einem Zeilenende abgeschlossen werden.
- ▶ Eine Programmzeile wird in den Anleitungen auch als "Block" bezeichnet.
- ▶ Während des Einlesens werden alle Programmzeilen in den Programmspeicher übernommen. Dort können sie mit dem CNC-Editor bearbeitet und in der Grafikdarstellung angezeigt werden.
- ▶ Nähere Informationen entnehmen Sie der Anleitung SIEB & MEYER - Befehlssatz SIEB & MEYER

```

%%5000
...
X..Y..
...
$

```

Kennung: Programmanfang

Kennung: Werkzeugparameter

Werkzeug-Parameter

Die Werkzeugparameter werden am Ende des Teileprogramms angehängt.

- ▶ Ein Dollarzeichen (\$) startet den Abschnitt der Werkzeugparameter.
- ▶ Im Format 5000 können am Programmende maximal 99 Werkzeugparameter gespeichert werden.
- ▶ Es werden nur die Parameter der Werkzeugnummern ausgegeben, die im Teileprogramm programmiert sind. Jeder Werkzeugdatensatz kann aus mehreren Zeilen bestehen, die jeweils mit einem Zeilenende abgeschlossen sind.
 - 1. Zeile = Werkzeugdaten
 - Ab der 2. Zeile: Magazinliste (optional)
- ▶ Die Werkzeugdaten enthalten die Werkzeugnummer T und die Werkzeugparameter (D, S, F, R usw.)
 - Werden für eine Werkzeugnummer identische Kennbuchstaben mit unterschiedlichen Werten ausgegeben, verwendet die CNC den letzten Wert.
 - Wird für einen Parameter nur der Kennbuchstabe gespeichert, bewirkt dies während des Einlesens der Datei in die CNC, dass der entsprechende Wert in der Werkzeugtabelle auf Null gesetzt wird.
 - Wird für einen Parameter kein Kennbuchstabe gespeichert, bewirkt dies während des Einlesens der Datei in die CNC, dass der entsprechende Wert in der Werkzeugtabelle nicht verändert wird.
- ▶ Die Magazinliste enthält die Magazinnummern, die der Bestückung der Maschine entsprechen.
 - Jede Magazinnummer wird mit dem Buchstaben M gekennzeichnet.
 - Nach jeweils 10 Magazinen wird ein Zeilenende ausgegeben, ebenso am Ende der Magazinliste.
- ▶ Ein Dollarzeichen (\$) beendet den Abschnitt der Werkzeugparameter.
- ▶ Während des Einlesens werden die Werkzeugparameter standardmäßig in die Werkzeugtabellen übernommen. Das tatsächliche Verhalten hängt allerdings von der Konfiguration der CNC ab (z. B. die CNC-Befehle OT, OD, usw.).

Parameter	Einheit	Erklärung	Beispiel
T	1 bis 99	Werkzeugnummer	T1 = Werkzeugnummer T1
D	0.01 mm	Werkzeugdurchmesser	D.8 = 0.8 mm
S	1000 min ⁻¹	Spindeldrehzahl	S55. = 55000 min ⁻¹
F	0.1 m/min	Vorschub	F1.2 = 1.2 m/min
R	0.1 m/min	Rückhubgeschwindigkeit	R9.9 = 9.9 m/min

Parameter	Einheit	Erklärung	Beispiel
N	1 Hub	Standzeitvorgabe	N3000 = 3000 Hübe
A	1 ms	Verweilzeit	A1000 = 1 s
Z	0.001 mm	Z-Offset (Additionswert auf die absolute Arbeitsebene = Z-Wert)	Z.01 = 0.01 mm
M	1 bis 30	Magazinnummer	M1M2M3M4 oder M1-M4

Ist ein Parameterwert gleich Null, braucht nur der Kennbuchstabe gespeichert werden.

\$	Kennung: Werkzeugparameter
T1D8.S50.F2.R9.9N3000A1000	Werkzeugparameter T1
M1M2M3	Magazinuordnung für T1
T2D2.S40.F2.2R9.9N3000	Werkzeugparameter T2
M4M5M6M7M8M9M10M11M12M13	Nach je 10 Magazinen eine neue Zeile
M14M15M16	Restliche Magazine für T1
...	Weitere Werkzeugparameter
\$	Ende der Werkzeigtabelle

A.7.2 Beispiel für das Format 5000

Die Bedeutung der Programmzeilen entnehmen Sie den Kommentaren des Beispiels.

PROGRAM EXAMPLE	Max. 64 Zeichen ohne "%" -Zeichen
CREATED 18.07.89	Max. 64 Zeichen ohne "%" -Zeichen
MODIFIED 22.07.89	Max. 64 Zeichen ohne "%" -Zeichen
%%3000	Kennung: Programmanfang (Format 3000)
X10.Y10.T1	Werkzeugwechsel auf T1, Bohrung bei X=10.0 mm/ Y=10.0 mm
X.3Y.45	Bohrung bei X=0.3 mm/Y=0.45 mm
...	
X123.45Y.451	Bohrung bei X=123.45 mm/Y=0.451 mm
X40.Y40.T1T0	Werkzeugwechsel und Positionieren zum Fräsanfang X=40.0 mm/Y=40.0 mm
X60.Y40.G1F15	1. Frässtrecke nach X=60.0 mm/Y=40.0 mm
X60.Y70.	2. Frässtrecke nach X=60.0 mm/Y=70.0 mm
X60.Y70.T0	Fräsende und Hochziehen des Fräasers
\$	Kennung: Werkzeugparameter
T1D.8S50.F2.R25.N3000A.3	
M1M2M3	
T2D2.S40.F2.2R25.N3000Z.3A.3	
M4M5M6M7M8M9M10M11M12M13	
M14M15M16	
\$	

Am Ende des Teileprogramms sind die Werkzeugparameter gespeichert. Die ersten beiden Werkzeugnummern und ihre Parameter sind folgendermaßen definiert:

Werkzeugnummer	T1	T2
Durchmesser	D.8 = 0.8 mm	D2. = 2.0 mm
Drehzahl	S50. = 50000 min ⁻¹	S40. = 40000 min ⁻¹
Vorschub	F2. = 2.0 m/min	F2.2 = 2.2 m/min
Rückhubgeschwindigkeit	R25. = 15.0 m/min	R25. = 15.0 m/min
Standzeit	N3000 = 3000 Hübe	N3000 = 3000 Hübe
	Z = 0.0 mm	Z.3 = 0.3 mm
Verweilzeit	A.3 = 300 ms	A.3 = 300 ms
Magazinuordnung	M.. = Magazine 1 bis 3	M.. = Magazine 4 bis 16

B SIEB & MEYER-Formate

Die Tabelle enthält eine Gegenüberstellung der SIEB & MEYER-Formate.

- ▶ Zuordnung der Formate zu den unterschiedlichen SIEB & MEYER-Steuerungen.
Anmerkung: Selbstverständlich sind alle Steuerungen abwärtskompatibel!
 - CNC 25.05: Format 1000
 - CNC 35.00: Formate 1000 und 3000
 - CNC 4x.00: Formate 1000, 3000 und 5000 (außer Spot Facing-Befehle)
 - CNC 8x.00: Formate 1000, 3000 und 5000.

Hinweis

Der tatsächlich nutzbare Befehlsumfang hängt immer von der verwendeten CNC und der Maschinenausstattung ab. Nähere Informationen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers.

Hinweis

Die Einheiten der Zahlenwerte innerhalb der Tabelle gelten ausschließlich für die Formate 1000, 3000 und 5000! Andere Einheiten sind Sonderfälle und werden hier nicht berücksichtigt (Formate xx01 bis xx10).

Befehl	Erklärung	Format 1000	Format 3000	Format 5000
Dd	Ecke runden	–	• 0.001 mm	• 0.001 mm
Ff	Fräsvorschub	• F1 = 0.1 m/min Kein Dezimalpunkt erlaubt!	• F1 = 0.1 m/min Kein Dezimalpunkt erlaubt!	• F1 = 0.001 m/min Dezimalpunkt ist erlaubt!
G1	Gerade fräsen	• G1 muss in jedem Block programmiert sein!	•	•
G2 G3	Kreisbogen fräsen	• G2 und G3 müssen in jedem Block programmiert sein! Nur quadrantenweise! Radiusangabe nur mit I und J!	• Radiusangabe mit R oder I/J möglich.	• Radiusangabe mit R oder I/J möglich.
G6	Rampe fräsen	–	–	•
G11	Fertigfräsfunktion	•	•	•
G30	Korrekturfunktion ausschalten (Kamera)	–	–	•
G31	Korrekturfunktion einschalten (Kamera)	–	–	•
G32	Messung durchführen (Kamera)	–	–	•
G33	Messung durchführen (Kamera)	–	–	•
G34	Korrekturfunktion ausschalten und Korrekturwerte löschen (Kamera)	–	–	•
G35	Byte zum Bildverarbeitungssystem senden (Kamera)	–	–	•
G36	Versatz messen (Kamera)	–	–	•
G37	Reserviert	–	–	–

Befehl	Erklärung	Format 1000	Format 3000	Format 5000
G38	Reserviert	–	–	–
G39	Korrekturwerte verwalten (Kamera)	–	–	•
G40	Fräserradiuskompensation ausschalten	–	•	•
G41	Fräserradiuskompensation einschalten	•	•	•
G42				
G43	Fräskontur vollständig zerspanen Nur in Kombination mit den Befehlen G45, G46, G49 und G50.	–	–	•
G45	Vollkreis gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen	•	•	•
G46	Vollkreis im Uhrzeigersinn ausfräsen	•	•	•
G47	Scheibe gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen	–	•	•
G48	Scheibe im Uhrzeigersinn ausfräsen	–	•	•
G49	Rechteck gegen den Uhrzeigersinn ausfräsen	•	•	•
G50	Rechteck im Uhrzeigersinn ausfräsen	•	•	•
G70	SLM ausschalten	–	–	•
G71	SLM einschalten	–	–	•
G72	Oberflächenspeicher löschen	–	–	•
G73	Bezugsfläche ermitteln/speichern	–	–	•
G74	Bezugsfläche ermitteln/speichern	–	–	•
G75	Messtaster hochziehen	–	–	•
G76	Tiefe/Reststeg vermessen und Abweichung protokollieren	–	–	•
G77	Oberflächenerkennung für einen Block ausschalten	–	–	•
G78	Referenzwert ermitteln und Raster-Messwerte löschen	–	–	•
G79	Messvorgang durchführen und Messabweichung speichern	–	–	•
G80	Ausspänen ausschalten	–	–	•
G81	Ausspänen einschalten l_i = Absenkwert P_p = %-Faktor für die Eintauchgeschwindigkeit J_j = Teilhubhöhe W_w = %-Faktor für die Teilhübe	–	–	•
G82	Bezugsebene = Tischoberfläche Z_z = absolute Arbeitsebene	–	•	•
G83	Bezugsebene = Plattenoberfläche siehe K_k	–	• Die Maschine muss mit einer Einrichtung zur Oberflächenerkennung ausgerüstet sein!	• Die Maschine muss mit einer Einrichtung zur Oberflächenerkennung ausgerüstet sein!
G84	Kreis nibbeln	–	•	•
G85	Schlitz nibbeln	–	•	•
G88	Pulsbohren einschalten	–	–	•
G89	Pulsbohren ausschalten	–	–	•
G90	XY-Koordinaten werden absolut interpretiert	•	•	•



Befehl	Erklärung	Format 1000	Format 3000	Format 5000
G91	XY-Koordinaten werden inkremental interpretiert	• G91 muss in jedem Block programmiert sein!	•	•
Hh	Absolute Fahrebene Bezugsebene = Tischoberfläche	–	• H1 = 0.01 mm	• H1 = 0.001 mm
li	Fräsparameter: ▶ G2/G3/G45 bis G48: X-Anteil des Radius ▶ G49/G50: X-Seitenlänge	• 0.01 mm Kreisbogen: Kein Quadrantenübergang erlaubt!	• I1 = 0.001 mm	• I1 = 0.001 mm
li	Ausspänparameter (G81): Absenkwert	–	–	•
Jj	Fräsparameter: ▶ G2/G3/G45 bis G48: X-Anteil des Radius ▶ G49/G50: X-Seitenlänge	• 0.01 mm Kein Quadrantenübergang erlaubt!	• J1 = 0.001 mm	• J1 = 0.001 mm
Jj	Ausspänparameter (G81): Anfangshöhe eines Teilhubs (siehe Ausspänparameter W)	–	–	•
Kk	Relative Arbeitsebene Bezugsebene = Plattenoberfläche	–	• K1 = 0.01 mm	• K1 = 0.001 mm
L	Platz im Oberflächenspeicher	–	–	•
M20	Bedingter Stopp	•	•	•
M21	Hilfsfunktion	•	•	•
M22 bis M27	Maschinenspezifische Hilfsfunktionen	–	–	•
M34 bis M45	Die Arbeitsweise der M-Funktionen entnehmen Sie den Unterlagen des Maschinenherstellers.	–	–	•
M52 bis M55		–	–	•
M28	XY-Achsen zum Maschinennullpunkt	–	•	•
M29	XY-Achsen zur Parkposition	–	•	•
M30	Ende eines Programmabschnitts (Step-and-Repeat-Klammer zu)	•	•	•
M31	Anfang eines Programmabschnitts (Step-and-Repeat-Klammer auf)	–	•	•
M47	Bedienerhinweis	–	•	•
M49	CNC-Befehl ausführen	–	– M49 wird wie M47 interpretiert.	•
M50	Einfacher Versatz (ohne Drehung/Spiegelung)	•	•	•
M56	Kontrollbereich in X-Richtung definieren (Mehrbereichsfunktion muss eingeschaltet sein)	–	–	•
M57	Kontrollbereich in Y-Richtung definieren (Mehrbereichsfunktion muss eingeschaltet sein)	–	–	•
M58	Verbotene Bereiche definieren	–	–	•
M60	Versatz mit Drehung um 90°	•	•	•
M70	Versatz mit Spiegelung um die Y-Achse	•	•	•
M75	Zeichenkette zum Bildverarbeitungssystem senden	–	–	•

Befehl	Erklärung	Format 1000	Format 3000	Format 5000
M76	Zeichenkette zum M76-Gerät übertragen (siehe Unterlagen des Maschinenherstellers)	–	–	•
M80	Versatz mit Spiegelung um die X-Achse	•	•	•
M90	Versatz mit Drehung um 180°	•	•	•
M92	Skalierfunktion ausschalten	–	–	•
M93	Skalierfunktion einschalten	–	–	•
M94	Werkzeugbruchüberwachung ausschalten	–	–	•
M95	Werkzeugbruchüberwachung einschalten	–	–	•
M97	Klartext in X-Richtung bohren	–	•	•
M98	Klartext in Y-Richtung bohren	–	•	•
M99	Unterprogramm aufrufen	–	–	•
P	Ausspänparameter (G81): Vorschub beim Ausspänen herabsetzen	–	–	•
R	Fräsparameter: <ul style="list-style-type: none"> ▸ G2/G3: Radius des Kreisbogens ▸ G49/G50: Seitenlänge eines Quadrats 	–	• R1 = 0.001 mm	• R1 = 0.001 mm
Tt	Werkzeugwechsel	•	•	•
V1	Zweifache Lochreihen bohren (dual-inline)	•	•	•
V2	Einfache Lochreihe bohren	•	•	•
V2	Musterreihe erstellen	–	•	•
V3	Vierfache Lochreihe bohren	–	–	•
V4	Kreisförmige Lochreihe bohren	–	–	•
Ww	Anzahl der Wiederholungen in Verbindung mit den Befehlen V1, V2, V3 und V4.	• nur V1 und V2	•	•
Ww	Ausspänparameter (G81): Faktor zum Verringern der Teilhübe einer Ausspänbohrung	–	–	•
Xx	Bohr-, Fräs-, Versatzkoordinaten in X-Richtung	• X1 = 0.01 mm	• X1 = 0.001 mm	• X1 = 0.001 mm
Yy	Bohr-, Fräs-, Versatzkoordinaten in Y-Richtung	• Y1 = 0.01 mm	• Y1 = 0.001 mm	• Y1 = 0.001 mm
Zz	Absolute Arbeitsebene Bezugsebene = Tischoberfläche	–	• Z1 = 0.01 mm	• Z1 = 0.001 mm
@	Unterprogramm definieren Nur in einer Unterprogramm-Datei erlaubt!	–	–	•
(Kommentar einfügen	–	•	•
/	Programmzeile kennzeichnen In Verbindung mit BLKD wird diese Zeile ignoriert.	–	•	•

C Glossar

A

- Ausspänen** Beim Ausspänen wird ein Bohrhub in mehrere Einzelhübe aufgeteilt.
- ▶ Jeder Einzelhub dringt etwas tiefer in das Material ein.
 - ▶ Dadurch wird beispielsweise für dünne Bohrer ein Brechen des Spans gewährleistet, um das Werkzeug vor dem Brechen zu bewahren.

D

- Durchlauf** Ein Programmdurchlauf (*engl.* run) bezeichnet die Phase vom Starten eines Teileprogramms bis zum Programmende.

F

- Fräserradiuskompensation** Wird die programmierte Kontur um den Radius des Fräswerkzeugs korrigiert, spricht man von der Fräserradiuskompensation. Die kompensierte (korrigierte) Fräsbahn verläuft parallel zur programmierten Kontur. Der Abstand entspricht dem Radius des Fräswerkzeugs.

K

- Klartext** Gebohrter Text.
- ▶ Durch entsprechende Programmierung kann der Text parallel zur X- oder Y-Achse ausgerichtet werden.
 - ▶ Je nach Konfiguration wird der Text lagerichtig oder lesrichtig gebohrt.

- K-Wert** Abstand zwischen Leiterplattenoberfläche K_0 und (relativer) Arbeitsebene K (Eintauchtiefe).

M

- Mittelwertspeicher** Bezeichnet bei der Oberflächenermittlung den Speicher, in dem die ermittelten Oberflächenwerte für die Berechnung des Mittelwertes abgelegt werden.

N

Nibbeln

Nibbeln ist ein Fertigungsverfahren zum Erstellen eines Schlitzes oder Lochs, bei dem anstatt eines Fräswerkzeugs ein Bohrwerkzeug verwendet wird.

- ▶ Durch eng nebeneinander angeordnete Bohrlöcher wird so ein Fräsergebnis erzielt.
- ▶ Nibbeln wird beispielsweise eingesetzt, wenn auf einer reinen Bohrmaschine kleine Frässtrecken ausgeführt werden müssen.
- ▶ Es wird zwischen zwei Nibbel-Verfahren unterschieden.

Alternierendes Nibbeln

Während des alternierenden Nibbelns werden zunächst die äußeren Löcher gebohrt.

- ▶ Bei jedem weiteren Bohrdurchgang befinden sich die Bohrpositionen exakt zwischen den bereits gebohrten Löchern.
- ▶ Das bewirkt eine neutrale Materialzustellung bei jedem Bohrhub. Lochreihenfolge: 1 6 4 7 3 8 5 9 2.

Sequentielles Nibbeln

Das sequenzielle Nibbeln entspricht einer Lochreihe mit einem Lochabstand von 0.381 mm.

- ▶ Lochreihenfolge: 1 2 3 4 5 6 7...

O

Oberflächenspeicher

Bezeichnet bei der Oberflächenermittlung den Speicher, in dem die ermittelten Oberflächenwerte gespeichert werden. Je nach Art der Vermessung werden die Messwerte als LH-Messwerte oder Raster-Messwerte im Oberflächenspeicher abgelegt. LH-Messwerte werden über einen Index (L- oder H-Index) im Oberflächenspeicher abgelegt und über diesen Index während der Bearbeitung wieder abgerufen. Raster-Messwerte werden über die XY-Koordinaten der jeweiligen Messung im Oberflächenspeicher abgelegt und bei der Bearbeitung wieder abgerufen.

P

Pulsbohren

Beim Pulsbohren wird ein Bohrhub in mehrere Einzelhübe aufgeteilt.

- ▶ Jeder Einzelhub dringt etwas tiefer in das Material ein.
- ▶ Im Gegensatz zum Ausspänen wird das Werkzeug nach einem Einzelhub **nicht** hochgezogen.

S

SLM-Messtaster

Der Messtaster (engl. SLM probe) misst während des Absenkens der Z-Achse die Tiefe. Er wird parallel zur Z-Achse möglichst dicht an der Bohr-/Frässpindel montiert und benötigt daher einen separaten Kalibriervorgang. Der Taster besitzt ein eigenes Messsystem, das für die Oberflächenermittlung ausgewertet wird.

T

- Teileprogramm** Ein Programm, welches die Arbeitsabläufe der CNC-Steuerung beschreibt. Während des Programmdurchlaufs wird eine Folge von Anweisungen abgearbeitet, die für die Produktion (Bohren, Fräsen) definiert wurden.
- Tiefensteuerung** Tiefensteuerung bezeichnet tiefengesteuertes Bohren/Fräsen (siehe *Tiefenbohren/-fräsen*).
- Der Begriff wird immer dann verwendet, wenn die Arbeitsebene sich auf die Oberfläche der Leiterplatte bezieht.
- Voraussetzung ist, dass die Maschine mit einer Messvorrichtung zur Oberflächenerkennung ausgestattet ist.

V

- Verschachteltes Step-and-Repeat** Wird Step-and-Repeat innerhalb von Step-and-Repeat verwendet, spricht man von verschachteltem Step-and-Repeat. Dadurch werden Muster mit ihren Wiederholungen als Gesamtes wiederholt. Die Anzahl der Originalmuster vervielfacht sich mit jeder Wiederholung.

13 Index

A

Arbeitsebene [141](#)

G

G70 [139](#)

G71 [141](#)

G72 [142](#)

G73 [143](#), [149](#)

G74 [145](#), [149](#)

G75 [148](#)

G79 [152](#)

G80 [28](#)

G81 [28](#)

G88 [32](#)

G89 [33](#)

K

K-Wert [141](#)

Kontaktbohrereinrichtung [155](#), [156](#)

L

Ln [149](#)

M

Messtaster

hochziehen [148](#)

Mittelwert

bilden [145](#)

Mittelwertspeicher [143](#), [145](#)

O

Oberfläche

ermitteln [139](#), [143](#)

im Raster ermitteln [151](#)

Oberflächenspeicher [143](#), [145](#)

löschen [142](#)

Oberfläche

speichern [143](#), [149](#)

verwenden [149](#)

P

Parameter

I [118](#)

J [120](#)

P [121](#)

W [124](#)

S

SLM

ausschalten [139](#)

einschalten [141](#)

T

Tiefensteuerung [154](#), [155](#), [156](#)