

**Programmieranleitung**

# **CNC-Programmierung**

**XCx und Pronumeric**

**Version 07/07**

**Artikel-Nr. R4.322.2080.0 (322 381 61)**



**schleicher**



## Programmieranleitung CNC-Programmierung XCx und ProNumeric

### Zielgruppe

Die Programmieranleitung ist für geschulte Fachkräfte ausgelegt. Es werden besondere Anforderungen an die Auswahl und Ausbildung des Personals gestellt, die mit dem Automatisierungssystem umgehen. Als Personen kommen z.B. Elektrofachkräfte und Elektroingenieure in Frage, die entsprechend geschult sind (siehe auch Sicherheitshinweise "Personalauswahl und -qualifikation").

### Gültigkeit der Programmieranleitung

Version Hardware XX / Software XX

### Vorgängerversionen der Programmieranleitung

09/00 10/00 08/02 07/05 02/06 07/06

### Bezugsmöglichkeiten

Alle Programmier- und Betriebsanleitungen können kostenlos vom Internet: <http://www.schleicher-electronic.com> geladen, oder unter Angabe der Artikel-Nr. bestellt werden bei:

SCHLEICHER Electronic  
GmbH & Co. KG  
Pichelswerderstraße 3-5  
D-13597 Berlin

### Copyright by

SCHLEICHER Electronic  
GmbH & Co. KG  
Pichelswerderstraße 3-5

D-13597 Berlin

Telefon 030 33005 - 330

Telefax 030 33005 - 305

Hotline 030 33005 - 304

Internet <http://www.schleicher-electronic.com>

Änderungen und Irrtum vorbehalten

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>CNC-Programmierung der XCx und ProNumeric</b>	<b>7</b>
1.1	Satzaufbau	8
1.2	Programmaufbau	11
1.2.1	Programmnummer und Programmname	11
1.2.2	M17 und M30 Programmende	12
1.2.3	Initialisierungsprogramm	12
1.2.4	BN und BNR Unbedingte Programmverzweigungen	13
1.2.5	B% Unbedingter Unterprogrammaufruf	14
1.2.6	Bedingte Programmausführungen, Vergleiche	15
1.2.7	Bedingtes Ausblenden von Satzteilen	16
1.2.8	Indirekte Programmierung mit Rechenparametern	17
1.2.9	Indizierte Programmierung	17
1.3	Berechnungen im Satz	18
1.3.1	Rechenoperationen	18
1.3.2	Koordinatenberechnung	19
1.3.3	Konstanten	19
<b>2</b>	<b>Vorschub, Beschleunigung und Spindeldrehzahl</b>	<b>20</b>
2.1	Vorschub (Bahngeschwindigkeit) allgemein	20
2.2	Vorschub (Bahngeschwindigkeit) F programmieren	21
2.3	Vorschubreduzierung FF programmieren	22
2.4	Beschleunigung ACC programmieren	23
2.5	Spindeldrehzahl S programmieren	25
<b>3</b>	<b>G-Funktionen</b>	<b>26</b>
3.1	G0 Bahnsteuerung mit Eilganggeschwindigkeit	28
3.2	G1 Bahnsteuerung mit Geraden-Interpolation	29
3.3	G2, G3 und RC Kreis- und Helixinterpolation	30
3.4	G4 und T1 Verweilzeit	34
3.5	G9, G60 Genauhalt	35
3.6	G10 Punktsteuerung im Eilgang	36
3.7	G11 Referenzpunktfahren	37
3.8	G12 und G13 Spiralinterpolation	38
3.9	G17, G18 und G19 Auswahl der Arbeitsebenen	40
3.10	G25 und G26 Online-Curve-Interpolation OCI	41
3.11	G27 Freiforminterpolation	42
3.12	G28 und G29 Aktualisierung von Rechenparametern (R-Parametern)	43
3.13	G32 Gewindebohren mit geregelter Spindel	44
3.14	G33 Gewindeschneiden Einzelsatz	45
3.15	G39 Satzaufbereitung anhalten	47
3.16	G40 Werkzeugradiuskorrektur ausschalten	48
3.17	T-Wort Werkzeugauswahl für die Werkzeugkorrektur	49
3.18	G41/G42 Werkzeugradiuskorrekturen	50
3.19	G43 / G44 Werkzeugradiuskorrektur, positiv / negativ	53
3.20	G50 Werkzeugradiuskorrektur ohne Übergangskontur	54
3.21	G45 / G46 Bahnvorschubkorrektur	55
3.22	RA, RB, RD, RF Verschleifen	56
3.23	G53 bis G59 Nullpunktverschiebung	59
3.24	G61, G64 Überschleifen	60
3.25	G62 Satzwechsel mit Beschleunigungsüberwachung	62
3.26	G63 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter	64
3.27	G66 Synchronisation der IPO-Stützpunkte	65
3.28	G67 Sonderfunktion zum Pendeln	66
3.29	G70 und G71 Umschaltung inch/metrisch	66
3.30	G76 Gewindeschneiden Zyklus	67
3.31	G77 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter Zyklus	69
3.32	G80 bis G89 Bearbeitungszyklen G80 bis G89	71
3.33	G90, G91 Maßangaben absolut / inkremental	72
3.34	G92 Bezugspunktverschiebung	73
3.35	G93, G94, G95 Bewertung des F-Wortes	74
3.36	G96, G97 Bewertung des S-Wortes	75



3.37	G98, G99 Selbsthaltende Wegbedingungen bei Unterprogrammen .....	76
4	<b>\$-Funktionen</b> .....	77
4.1	\$1 Stillsetzen der Achsbewegung ohne Rampe .....	78
4.2	\$20 Handradfreigabe zur Geschwindigkeitsüberlagerung .....	79
4.3	\$21 Handradfreigabe zur Wegüberlagerung .....	79
4.4	\$23 Interner Nachfuhrbetrieb ein .....	79
4.5	\$24 Nachfuhrbetrieb ein .....	80
4.6	\$25 Nachfuhrbetrieb ausschalten .....	81
4.7	\$26 Achsen aus dem Interpolationszusammenhang ausschließen .....	81
4.8	\$27 Unabhängige Achsen in den Interpolationszusammenhang einbeziehen .....	82
4.9	\$28 Unabhängige Achse in den Satzwechsel einbeziehen .....	82
4.10	\$29 Unabhängige Achse nicht in den Satzwechsel einbeziehen .....	83
4.11	\$31 Synchronlauf einschalten .....	84
4.12	\$32 Synchronlauf ausschalten .....	85
4.13	\$33 Auswahl der Leitachse für das Gewindeschneiden .....	86
4.14	\$34 Radiusachse auswählen .....	86
4.15	\$37 Variante zur Bahnlängenberechnung .....	86
4.16	\$38 und \$39 Achsauswahl für die Bahngeschwindigkeitsberechnung .....	87
4.17	\$40 Pendeln ausschalten .....	88
4.18	\$41 Pendeln mit kontinuierlicher Zustellung .....	89
4.19	\$42 Pendeln mit Zustellung an beiden Umkehrpunkten .....	91
4.20	\$43 Pendeln mit Zustellung nur am rechten Umkehrpunkt .....	93
4.21	\$44 Pendeln mit Zustellung nur am linken Umkehrpunkt .....	94
4.22	\$47 Definition der Bearbeitungsebene .....	94
4.23	\$48 Achse für Teilsystemwechsel freigeben .....	95
4.24	\$53 - \$54 Abbruch der Fahrbewegung .....	96
4.25	\$90, \$91 absolute / inkrementale Maßangabe, achsspezifisch .....	97
5	<b>M-Funktionen</b> .....	98
5.1	M0 .....	98
5.2	M1 .....	98
5.3	M3 und M4 .....	99
5.4	M5 .....	100
5.5	M90 bis M98 Synchronisation von NC Teilsystemen .....	101
6	<b>Schnittstelle CNC - SPS</b> .....	102
6.1	E .....	102
6.2	SE .....	102
6.3	RS .....	103
6.4	WA und WN .....	103
7	<b>Rechenparameter (R-Parameter) der ProNumeric</b> .....	104
7.1	Allgemeine R-Parameter R2000 bis R5999 (Integer-Werte) .....	104
7.2	Allgemeine R-Parameter R6000 bis R9999 (Real-Werte) .....	104
7.3	Systemspezifische R-Parameter R000 bis R999 (Integer-Werte) .....	104
7.4	Systemspezifische R-Parameter R1000 bis R1999 (Real-Werte) .....	105
7.5	Nullpunktverschiebungen R10001 bis R10564 .....	105
7.6	Nullpunktüberlagerungen R10601 bis R10664 .....	106
7.7	Bezugspunktverschiebung R10701 bis R10764 .....	106
8	<b>Rechenparameter (R-Parameter) der XCx (in Bearbeitung)</b> .....	107
8.1	Allgemeine R-Parameter der XCx R2000 bis R5999 (Integer-Werte) .....	107
8.2	Allgemeine R-Parameter der XCx R6000 bis R9999 (Real-Werte) .....	107
8.3	Systemspezifische R-Parameter der XCx R000 bis R999 (Integer-Werte) .....	107
8.4	Systemspezifische R-Parameter der XCx R1000 bis R1999 (Real-Werte) .....	108
8.5	Nullpunktverschiebungen der XCx R10001 bis R10564 .....	108
8.6	Nullpunktüberlagerungen der XCx R10601 bis R10664 .....	109
8.7	Bezugspunktverschiebung der XCx R10701 bis R10764 .....	109
9	<b>Tabellarische Übersichten</b> .....	110
9.1	Übersicht der G-Worte .....	110
9.2	Übersicht der \$-Worte .....	112
9.3	M-Funktionen .....	113
9.4	Schnittstelle CNC - SPS .....	113
10	<b>Anhang</b> .....	114
10.1	Werkzeugkorrekturen .....	114



10.1.1	Werkzeuge vermessen .....	114
10.1.2	Quadrantenzuordnung für die Schneidenradiuskompensation .....	115
10.2	Werkzeugdatenspeicher .....	116
10.2.1	Werkzeugüberwachung .....	117
10.3	An- und Abfahrstrategien .....	118
10.4	Konturübergänge .....	120
10.5	Ausleihen von Achsen zwischen den NC-Teilsystemen .....	125
11	<b>Index</b> .....	<b>126</b>

## Darstellungskonventionen

Sicherheits- und Handhabungshinweise werden in dieser Programmieranleitung durch besondere Kennzeichnungen hervorgehoben:



Bedeutet, dass Personen, das Automatisierungssystem oder eine Sache beschädigt werden kann, wenn die entsprechenden Hinweise nicht eingehalten werden.

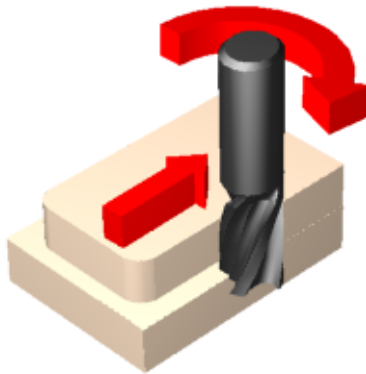


Hebt eine wichtige Information hervor, die die Handhabung des Automatisierungssystems oder den jeweiligen Teil der Betriebsanleitung betrifft.

Weitere Objekte werden folgendermaßen dargestellt.

Objekt	Beispiel
Dateinamen	HANDBUCH.DOC
Menüs / Menüpunkte	<i>Einfügen / Graphik / Aus Datei</i>
Pfade / Verzeichnisse	<i>C:\Windows\System</i>
Hyperlinks	<a href="http://www.schleicher-electronic.de">http://www.schleicher-electronic.de</a>
Programmlisten	MaxTsdr_9.6 = 60 MaxTsdr_93.75 = 60
Tasten	<Esc> <Enter> (nacheinander drücken) <Ctrl+Alt+Del> (gleichzeitig drücken)
Bezeichner der Konfigurationsdaten	Q34 und Q.054
Namen der Koppelspeicher-Variablen	<i>cncMem.sysSect[n].flgN2P.bM345Act</i>

# 1 CNC-Programmierung der XCx und ProNumeric



Die Erstellung des NC-Programms der XCx und ProNumeric erfolgt nach DIN 66025.

Ein NC-Programm besteht demnach aus Sätzen, die von Worten gebildet werden. Der Begriff NC-Sprache kann verwendet werden. Ein Wort der NC-Sprache besteht aus einem Adresszeichen und einer Ziffernfolge.

Zusätzliche Wegbedingungen, die nicht in der DIN 66025 definiert sind, werden mit dem Adresszeichen \$, gefolgt von einer ein- oder zweistelligen Ziffer bezeichnet.

Das NC-Programm wird satzweise abgearbeitet. Eine Voraussetzung für den Programmablauf auf der XCx oder der ProNumeric ist ein laufendes SPS-Anwenderprogramm, da SPS Programm und NC-Programm zusammenwirken.

Die NC-Programme können mit einem beliebigen Texteditor erstellt werden, der im ASCII-Format speichern kann.

Sicherheits- und Handhabungshinweise werden in dieser Programmieranleitung durch besondere Kennzeichnungen hervorgehoben:



Bedeutet, dass Personen, das Automatisierungssystem oder eine Sache beschädigt werden kann, wenn die entsprechenden Hinweise nicht eingehalten werden.



Hebt eine wichtige Information hervor, die die Handhabung des Automatisierungssystems oder den jeweiligen Teil der Betriebsanleitung betrifft.



### 1.1 Satzaufbau

Jeder Satz besteht aus mehreren Wörtern (Funktionen) und dem Zeichen Satzende (wird automatisch beim Betätigen der Enter-Taste eingefügt).

Die Art und die Anzahl der Worte in einem Satz ist nicht festgelegt.

Die Wörter eines Satzes sollen in der nachstehender Reihenfolge angeordnet werden:

N	Satznummer
G, \$	G-Wort für die Wegbedingung Die \$-Funktion wird funktionsabhängig im Satz positioniert.
A, B, C, D, L, O, P, U, V, W, X, Y, Z @I, @J, @K	Bezeichnungen für die Achsnamen Die Achsnamen I, J, K müssen mit einem vorangestellten @ programmiert werden, um sie von den Interpolationsparametern I, J, K zu unterscheiden.
I., J., K..	Interpolationsparameter bzw. für Parameter der Gewindesteigung. Diese Wörter betreffen jeweils eine bestimmte Gruppe von Wörtern für die Koordinate und sind unmittelbar hinter dieser Gruppe anzuordnen.
F	Vorschub Das F-Wort allein gilt für alle Programmierten Achsen als Bahnvorschub. Bei Achsen die nicht mit Bahnvorschub verfahren werden (z.B. \$-Funktion), wird nach den Bahnzuweisungen die Wegbedingung, dann die Achskoordinate und dann das F-Wort plus Achsbuchstabe geschrieben.)
FF	Vorschubreduzierung
ACC	Beschleunigung
S	Spindeldrehzahl
T	Werkzeug einschließlich Korrektur
M	Zusatz- oder Schaltfunktion
RA, RB, RD, RF	Verschleifen
E, SE, RS, WA, WN	Schnittstelle CNC - SPS
R	Rechenparameter
BN, BNR, B%	Programmverzweigung, Unterprogrammaufruf
(.....)	Kommentar
\	Satzverlängerung (siehe Programmieren von Folgesätzen)
/	Ausblendzeichen



Die Wörter für Satznummer, Koordinate, Interpolationsparameter bzw. Parameter für die Gewindesteigung dürfen in einem Satz nicht wiederholt werden.

Ein Satz darf inklusive aller Leerzeichen und Zeilenendezeichen nicht mehr als 120 Zeichen enthalten. Eine Satzverlängerung ist durch Programmieren von Folgesätzen möglich.

[\(siehe Seite 10\)](#)



## Satznummer

N	Satznummer
Format	Nnnnnnnn (nnnnnnn = 7 stellige Dezimalzahl im Bereich 1 bis 9999999)
Erläuterung	Die Nummer dient zum Auffinden von Programmteilen.
Hinweise	Die Nummer legt nicht die Abarbeitungsreihenfolge der Sätze im Programm fest. Es dürfen Sätze mit gleicher Satznummer programmiert werden, sofern diese Sätze nicht das Ziel einer Sprunganweisung sind.

Beispiel	
	N10
	N9999999

## Kommentar

(.....)	Kommentar
Format	(Text)
Hinweise	Es dürfen nur darstellbare 7-Bit ASCII-Zeichen, ohne die Zeichen ( ), benutzt werden.

Beispiel	
	N10 (Dies ist ein Kommentar)



### Programmieren von Folgesätzen

Sollte die max. Satzlänge von 120 Zeichen nicht ausreichen, um alle notwendigen NC-Worte in einem Satz zu programmieren, kann mit einem 'Backslash' (\) am Ende des Satzes der nächste Satz als Folgesatz deklariert werden. Der Satz-Decoder betrachtet dann beide Sätze als einen Satz.  
Folgesätze erscheinen nicht in der Satzanzeige (Monitor etc.).

Beispiel		
	N100 G1 G90 G61 X200.002 + R9012 * 12.345 - R9100 Y145.901 -R9102 / 1.205 (KOMMENTAR) ZR9600 * 123.456 M77 SE11 WA22\	Satz mit Folgesatzzeichen am Satzende
	N1001 F3000 R34:= R20+12	Dieser Satz gehört zu N100
	N110 G0 .....	Dies ist ein neuer Satz



Die Satznummer von einem Folgesatz wird vom Satz-Decoder als normale Satznummer erkannt, wenn diese Satznummer als Satzsprungadresse programmiert wird.  
Folgesätze sollten immer eine eindeutige Satznummer haben.

Beispiel Satzaufbau	N10 G1 X100 Y5.4 F1000 ACC150 S500 M03 (Kommentar)
N10	Satznummer
G1	G-Wort sollte aus Gründen der Übersichtlichkeit am Satzanfang stehen.
X100	Achsbezeichnung und Zielkoordinate in mm aller in diesem Satz zu verfahrenen Achsen. Je nach Interpolationsfeinheit können bis zu 4 Nachkommastellen programmiert werden. Die Standardeinstellung ist eine Auflösung von 1µm entsprechend 0,001.
F1000	Bahngeschwindigkeit in mm/min.
ACC150	Beschleunigungswert in %
S500	Spindeldrehzahl in 1/min für die Hauptspindel.
M03	M-Funktionen Schaltfunktionen deren Ausführung in der SPS programmiert wird.
(.....)	Kommentar eingeschlossen in Klammern.
\	Folgesatzzeichen (siehe Programmieren von Folgesätzen)

## 1.2 Programmaufbau

%1000 (Name)	Programmanfang	Programmnummer und Programmname
N10	Folge von Sätzen	Die Anzahl der Programmsätze ist nur durch die verfügbare Speicherkapazität begrenzt.
N20		
N30		
.		
.		
Nnnnn M30	M17 und M30 Programmende	

### 1.2.1 Programmnummer und Programmname

%	Programmnummer und Programmnamen
Format	%nnnnnnnn (Name) nnnnnnnn = 8-stellige Dezimalzahl im Bereich 1 bis 99999999 (Name) = Programmname max. 20 Zeichen
Erläuterung	
Hinweise	Haupt- und Unterprogramme werden prinzipiell nicht in der Programmnummer unterschieden. Für eine übersichtliche Programmgestaltung sollte der Wertebereich der Programmnummern jedoch sinnvoll aufgeteilt werden.

Beispiel		
	%1	Programm Nr. 1
	%1000 (Maschinenanlauf)	Programm Nr. 1000 Name: Maschinenanlauf
	%99999999	Die Programmnummer 99999999 ist mit Sonderfunktionen vorbelegt. (Siehe dazu Initialisierungsprogramm, G80 bis G89 und Zyklenprogrammierung.)



Das Betriebssystem kann 16 bis 4096 Programme verwalten.  
Die Defaulteinstellung ist 256.  
Die Einstellung wird über die Bedienoberfläche vorgenommen.



### 1.2.2 M17 und M30 Programmende

#### M17

M17	Unterprogrammende
Format	M17
Erläuterung	M17 führt zu einem Rücksprung in das aufrufende NC-Programm. Ist kein aufrufendes Programm vorhanden wirkt M17 wie M30. Kann bei Q25 Bit 5=1 entfallen.

#### M30

M30	Programmende
Format	M30
Erläuterung	Beendet das NC-Programm. Die Steuerung geht in den Betriebszustand RESET. Kann bei Q25 Bit 5=1 entfallen.

### 1.2.3 Initialisierungsprogramm

%nnnnnnnn	Initialisierungsprogramm
Format	%nnnnnnnn nnnnnnnn = 8-stellige Dezimalzahl Defaulteinstellung ist 99999999
Erläuterung	Initialisierungsprogramm zur Einstellung der Parameter bei CNC-START.
Hinweise	Das Initialisierungsprogramm wird vor dem START des Hauptprogrammes durchlaufen. Die Programmnummer kann frei gewählt werden, die Defaulteinstellung ist 99999999. Die Programmnummer muss in den Konfigurationsdaten des Teilsystems in Q130 eingetragen sein. Das Initialisierungsprogramm muss mit M17 abgeschlossen werden. Wird keine Programmnummer eingetragen (Q130 = 0), wird bei CNC-Start das aktivierte Programm direkt gestartet.

Beispiel	%99999999
	N10 G11 X (Referenzpunkt X anfahren)
	N20 G11 Y (Referenzpunkt Y anfahren)
	. (weitere Achsen synchronisieren)
	.
	N100 F1000 (Voreinstellung der Geschwindigkeit)
	N110 M17 (Ende Unterprogramm)

## 1.2.4 BN und BNR Unbedingte Programmverzweigungen

<b>BN</b>	<b>Unbedingter Programmsprung</b>
<b>Format</b>	BNnnnn+/- nnnn = Satznummer, +/- = Suchrichtung)
<b>Hinweis</b>	Das Zeichen + kann weggelassen werden.

<b>Beispiel</b>	
	BN10- (Springe zur Satznummer 10, Suchrichtung rückwärts, zum Programmanfang)
	BN120 (Springe zur Satznummer 120, Suchrichtung vorwärts, zum Programmende)

<b>BNR</b>	<b>Unbedingter Programmsprung parametrisiert</b>
<b>Format</b>	BNRnnnn+/- nnnn = Satznummer, +/- = Suchrichtung)
<b>Hinweise</b>	Das Zeichen + kann weggelassen werden.

<b>Beispiel</b>	
	BNR10- (Springe zur Satznummer, die im Rechenparameter 10 steht, Suchrichtung rückwärts)
	BNR20 (Springe zur Satznummer, die im Rechenparameter 20 steht, Suchrichtung vorwärts)



### 1.2.5 B% Unbedingter Unterprogrammaufruf

B%	Unbedingter Unterprogrammaufruf
Format	B%nnnnnnnn nnnnnnnn = Programmnummer, 8-stellige Dezimalzahl
Erläuterung	Die Programmabarbeitung wird im aufgerufenen Programm fortgeführt.
Hinweise	

B%nnn.. R	Unbedingter Unterprogrammaufruf mit Durchlaufzahl
Format	B%nnnnnnnn R nnnnnnnn = Programmnummer
Erläuterung	Das aufgerufene NC-Programm wird so oft wiederholt, wie im Rechenparameter angegeben.
Hinweise	Der Wert im Rechenparameter wird bei jedem Durchlauf dekrementiert. Der Wert muss beim Aufruf ganzzahlig, positiv sein. Bei Werten $\leq 1$ wird das Unterprogramm einmal ausgeführt.

B%R	Unbedingter Unterprogrammaufruf parametrisiert
Format	B%R R = Rechenparameter
Erläuterung	Die Programmnummer des aufgerufenen Programms steht im Rechenparameter.
Hinweise	Es kann eine 8-stellige Programmnummer durch Vorgabe einer maximal 8-stelligen Zahl als Offsetwert mit einem maximal 7-stelligen R- Parameterwert errechnet und aufgerufen werden. Es sind folgende Rechenfunktionen erlaubt: B%[Offset + R[R]xyz], B%[Offset - R[R]xyz], B%[R[R]xyz + Offset], B%[R[R]xyz - Offset].



Die Schachtelungstiefe von Unterprogrammen beträgt 4.  
Unterprogramme dürfen nicht sich selbst (rekursiv) oder ein zuvor aufgerufenes NC-Programm aufrufen.



Die Programmnummer eines Unterprogrammes muss ganzzahlig, positiv sein.  
Das Unterprogramm muss mit M17 (Programmende) abgeschlossen sein.  
Nach dem Ende des Unterprogrammes wird die Programmbearbeitung mit dem nachfolgenden Satz des aufrufenden Programmes fortgesetzt.



### 1.2.6 Bedingte Programmausführungen, Vergleiche

Werden Vergleiche innerhalb eines Satzes programmiert, so werden die nachfolgenden Teile des Satzes nur ausgeführt, wenn das Ergebnis des Vergleichs "wahr" ist. Wenn das Ergebnis "nicht wahr" ist, wird nur der Teil des Satzes vor dem Vergleich ausgeführt. Mit Hilfe der Vergleiche lassen sich bedingte Programmsprünge und Unterprogrammaufrufe realisieren.

#### Vergleiche mit Rechenparametern

Vergleiche von Rechenparametern	
R . . < Wert	R . . . . kleiner als Wert
R . . <= Wert	R . . . . kleiner gleich Wert
R . . = Wert	R . . . . gleich Wert
R . . <> Wert	R . . . . ungleich Wert
R . . >= Wert	R . . . . größer gleich Wert
R . . > Wert	R . . . . größer als Wert
Erläuterung	
Hinweise	Rechenparameter (R-Parameter) der ProNumeric (R-Parameter) sind Wortmerker, die im NC- Programm zur Speicherung beliebiger Werte dienen. <a href="#">Rechenparameter siehe Seite 104.</a>

Beispiel	
	N10 R1 < 10 BN100 (wenn R1 < 10 ist wird zum Satz 100 gesprungen)



Der Parametervergleich wird zum Zeitpunkt der Satzdekodierung ausgeführt. Eine Parameteränderung zwischen der Satzdekodierung und der Satzausführung wird nicht berücksichtigt.

G-, \$-Wort und T-Aufrufe werden unabhängig vom Vergleich ausgeführt.



### Vergleiche mit Bitvariablen

E...=	Direkte Abfrage von Bitvariablen bei Beginn der Satzausführung
Format	Ennn=1 Ennn=0  nnn 3-stellige Dezimalzahl im Bereich 0 - 255
Erläuterung	E 0 = <i>cnc.Mem.comSect.abFlg[0]</i> E 127 = .... E 128 = .... E 255 = <i>cnc.Mem.comSect.abFlg[255]</i>  Diese Bitvariablen werden auch für die CNC-Befehle SE, RS, WA und WN benutzt.
Hinweise	Der Vergleich wird zum Zeitpunkt des Satzwechsels des vorhergehenden Satzes ausgeführt. Die nachfolgenden Sätze werden erst nach Ausführung des Vergleichs dekodiert.

Beispiel	
	N10 X100 E0 = 1 B%9000 (Programm %9000 wird aufgerufen, wenn E0 = 1 ist; andernfalls wird das CNC-Programm in der nächsten Zeile fortgesetzt.)



Der Vergleich wird zum Zeitpunkt des Satzwechsels des vorhergehenden Satzes ausgeführt. Die nachfolgenden Sätze werden erst nach Ausführung des Vergleichs dekodiert.

### 1.2.7 Bedingtes Ausblenden von Satzteilen

/	Bedingtes Ausblenden des folgenden Satzteiles
Format	/
Erläuterung	Mit Hilfe der Bitvariablen <i>cncMem.comSect.flgP2N.bBlkFade</i> für alle NC-Systeme oder <i>cncMem.sysSect[n].flgP2N.bBlkFade</i> für das Teilsystem n kann ein Teile eines Satzes von der Satzausführung ausgeschlossen werden.
Hinweise	Diese Funktion erfordert ein SPS-Programm.

Beispiel	
	N10 SE01 / G11 X (Der Teil des Satzes nach / wird nicht ausgeführt wenn die Bitvariable = 1 ist.)



Die Bitvariable wird zum Zeitpunkt der Satzdekodierung abgefragt. Eine Änderung der Bitvariablen zwischen der Satzdekodierung und der Satzausführung wird nicht berücksichtigt.



### 1.2.8 Indirekte Programmierung mit Rechenparametern

Die Konstanten in einem Satz können durch Rechenparameter ersetzt werden. Die Rechenparameter werden zum Zeitpunkt der Satzaufbereitung ausgewertet.

Beispiel	
	N10 GR0 XR1001 YR1002 FR1003 SER1
	N20 B% R2500
	N30 BN R10-

Die Achsen X und Y fahren zu den Positionen, die in R1001 und R1002 angegeben sind. Dabei wird der Bahnvorschub dem Parameter R1003 entnommen. Die Nummer der G Funktion ergibt sich aus dem Inhalt von R0 und die Bitvariable mit der Nummer aus R1 wird gesetzt. Danach wird zum Programm mit der Nummer aus R2500 verzweigt.



Für R-Parameter, die ganzzahlige Konstanten ersetzen (z.B. SExx, BN%xx), sind nur ganzzahlige positive R-Parameter-Werte gültig. Hierfür sollen die Integer-R-Parameter benutzt werden (R0-R999, R2000-R5999).

Das Betriebssystem der Steuerung rundet Nachkommastellen der Real-R-Parameter nicht !

Ist im obigen Beispiel  $R0 = 1,001$ , so wird die Programmabarbeitung mit der Fehlermeldung "Ungültige G Funktion" abgebrochen.

\$-Funktionen können nicht parametrisiert werden.

### 1.2.9 Indizierte Programmierung

Rechenparameter können nicht nur im Rahmen der indirekten Programmierung an Stelle einer Konstanten stehen, sondern sie können auch als Zeiger auf einen anderen Rechenparameter benutzt werden.

Beispiel	
	N10 XRR1 <span style="float: right;">(R1 = Zeiger auf Koordinate)</span>
	N20 R1 := R1 + 1 R1 >= 20 R1 := 10

X-Koordinate ←

R1

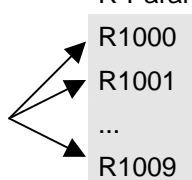


Tabelle mit X-Koordinaten in R-Parametern

R1000
R1001
...
R1009

Das beschriebene Unterprogramm fährt die X-Achse bei jedem Aufruf an die nächste in der Tabelle gespeicherte Position. Nach 10 Aufrufen beginnt es wieder mit der 1. Position. Anfangsinitialisierung und Randbedingungen sind wegen der besseren Übersichtlichkeit weggelassen.



### 1.3 Berechnungen im Satz

#### 1.3.1 Rechenoperationen

Rechenoperationen		
R0	:= 100	Zuweisung einer Konstanten auf einen Rechenparameter
R0	:= R1	Zuweisung eines Rechenparameters auf einen anderen Rechenparameter.
R0	:= -R1	Negierte Zuweisung
R0	:= R1 + R2	Addition
R0	:= R1 - R2	Subtraktion
R0	:= R1 * R2	Multiplikation
R0	:= R1 : R2	Division
R0	:= ABS R1	absoluter Betrag von R1
R0	:= SQR R1	Quadratwurzel vom Betrag von R1
R0	:= SIN R1	Sinus von R1 in Grad
R0	:= COS R1	Cosinus von R1 in Grad
R0	:= TAN R1	Tangens von R1 in Grad
R0	:= ATA R1	Arcustangens von R1 in Grad
R0	:= R1 MOD R2	Division R1 durch R2. In R0 wird der ganzzahlige Rest der Division eingetragen.
Hinweise		<p>In einem Satz können maximal 8 Zuweisungen auf Rechenparameter erfolgen. Rechenparameter (R-Parameter) der ProNumeric sind Variablen, die im NC-Programm zur Speicherung beliebiger Werte dienen.</p> <p><a href="#">Rechenparameter siehe Seite 104.</a></p> <p>Werden mehrere Zuweisungen in einem Satz programmiert, erfolgen die Zuweisungen immer von links nach rechts.</p> <p>Werden mehrere Rechenoperationen in einer Zuweisung programmiert, so erfolgt die Berechnung immer von rechts nach links (Kettenrechnung rückwärts).</p> <p>Klammern können nicht gesetzt werden (Klammern kennzeichnen einen Kommentar). Beispiel:</p> <p>R1:= R2*R3+R4*R5+R6 entspricht R1:= R2*(R3+(R4*(R5+(R6))))</p> <p>R7:= -R8+R9*R1 entspricht R7:= -(R8+(R9*(R1)))</p>



Bei den trigonometrischen Funktionen wird der Winkel in Grad (0 bis 360) angegeben. Die typische Fehler beträgt in der Nähe der Quadratübergänge  $1 * 10^{-5}$ , sonst  $1 * 10^{-6}$ .

### 1.3.2 Koordinatenberechnung

Achskoordinaten können im Satz berechnet werden, z.B. Maßstabsfaktoren und Offset.

Beispiel	
	N10 X100 * R1001
	N20 Y200 + R1002



Parameterberechnungen mit negativen Achskoordinaten plus negativen Parameterwert werden wie folgt berechnet:

N10 X-35+ R1003            (Inhalt R1003 = -3)  
 X = -(35+(-3))  
 X = -32

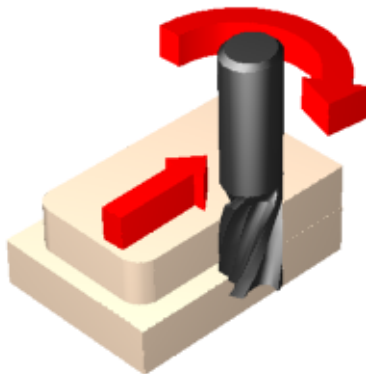
### 1.3.3 Konstanten

Bei allen Rechenoperationen kann an der Stelle von Rechenparametern auch eine Konstante stehen.

Beispiel	
	$N20 \text{ R1001} := 2,5 * \text{R1002} + \text{R1003}$ $\text{R1001} := \text{R1001} : \text{R1005} \qquad \text{R1001} = \frac{(\text{R1002} + \text{R1003}) * 2,5}{\text{R1005}}$



## 2 Vorschub, Beschleunigung und Spindeldrehzahl



Vorschub (Bahngeschwindigkeit) allgemein

Vorschub in der Betriebsart HAND

Bahngeschwindigkeit bei G0

Bahngeschwindigkeit bei G1

Bahngeschwindigkeit bei G2/G3

Vorschub bei G10

Vorschub (Bahngeschwindigkeit) F programmieren

Vorschubreduzierung FF programmieren

Beschleunigung ACC programmieren

Spindeldrehzahl S programmieren

### 2.1 Vorschub (Bahngeschwindigkeit) allgemein

Der aktuelle Vorschub ist abhängig von der Betriebsart, der gewählten Interpolationsart und von der Voreinstellung der Maschinendaten. Die Defaulteinstellung ist mm/min.

#### Vorschub in der Betriebsart HAND

In der Betriebsart HAND werden die Achsen mit der vorgegebenen Konventionellgeschwindigkeit verfahren (einzustellen in Q.000). Bei zusätzlicher Eilgangüberlagerung werden die Achsen mit der vorgegebenen Eilganggeschwindigkeit verfahren (einzustellen in Q.028).

#### Bahngeschwindigkeit bei G0

Programmierter Eilgang. Die Berechnung der Bahngeschwindigkeit erfolgt so, dass die langsamste Achse mit ihrer Eilganggeschwindigkeit verfahren wird (einzustellen in Q.029).

#### Bahngeschwindigkeit bei G1

Alle in einem Satz programmierten Achsen werden bei G1 so interpoliert, dass die resultierende Bahngeschwindigkeit dem programmierten Vorschub F entspricht. Die Einheit von F ist abhängig von G94 (mm/min) und G95 (mm/Spindelumdrehung).

Beispiel	
	N10 G1 X100 Y50 Z20 F5000

#### Bahngeschwindigkeit bei G2/G3

Bei der Kreisinterpolation wird der programmierte Vorschub F auf die Kreisbahn bezogen. Werden in diesem Satz weitere Achsen programmiert, so werden diese als Gerade interpoliert und ihre Geschwindigkeit so berechnet, dass sie gleichzeitig mit der Kreisbewegung ihre Zielkoordinaten reichen.

#### Vorschub bei G10

Punktsteuerung im Eilgang. Jede Achse fährt mit ihrer Eilganggeschwindigkeit (Q.029) die programmierte Koordinate an.

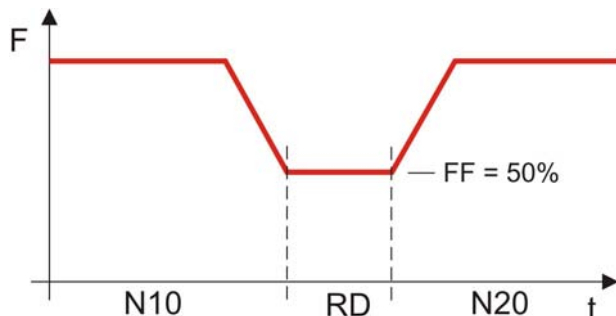
## 2.2 Vorschub (Bahngeschwindigkeit) F programmieren

F	Vorschub (Bahngeschwindigkeit)
Format	Fnnnnn FXnnnnn  nnnnn = 5-stellige Dezimalzahl X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Mit dem F-Wort wird der Vorschub (Bahngeschwindigkeit) programmiert. Die Wertigkeit des Wortes ist abhängig von der G-Funktion.
Hinweise	G93 Vorschub in % Eilgang Die mit dem F-Wort programmierten Vorschübe werden in % Eilgang berechnet.  G94 Vorschub / Bahngeschwindigkeit in mm/min Die mit dem F-Wort programmierten Vorschübe/Bahngeschwindigkeiten werden in mm/min berechnet. G94 ist die Defaulteinstellung.  G95 Vorschub in mm/U der Hauptspindel Die mit dem F-Wort programmierte Bahngeschwindigkeit wird in mm/Spindelumdrehung berechnet. Für G95 ist das Vorhandensein einer Spindel mit Istwertsystem erforderlich.
Beispiel	
	N10 G1 X100 Y50 Z20 F5000



### 2.3 Vorschubreduzierung FF programmieren

FF	Vorschubreduzierung)
Format	FFnnnnn nnnnn = 5-stellige Dezimalzahl
Erläuterung	Vorschubreduzierung beim Satzwechsel in % des programmierten Vorschubs.
Hinweise	Die Vorschubreduzierung ist satzweise wirksam in Verbindung mit G62/G64.

Beispiel	
	N10 G1 X100 RD5 FF50
	N20 Y100
	



## 2.4 Beschleunigung ACC programmieren

ACC	Rampentyp und Beschleunigungsoverride	
Format	<p>ACCtnnn</p> <p>t = Art der Rampe                      0 = Linearrampe    1 = Sin<sup>2</sup>-Rampe    2 = Geschwindigkeitsreduzierung vor Satzwechsel (linear)</p> <p>nnn = Beschleunigungsoverride 0 - 200%</p> <p>für unabhängige Achsen (immer Linearrampe) gilt:</p> <p>ACCXnnn</p> <p>X = Achsbuchstabe nnn = Beschleunigungsoverride 0 - 200%</p>	
Erläuterung	Die Beschleunigung wird als Beschleunigungsoverride in % des voreingestellten Beschleunigungswertes programmiert.	
Hinweise	<p>Die programmierbare Beschleunigung ist selbsthaltend, bis M30 oder CNC-RESET.</p> <p>Ein Wechsel des Rampentyps und des Rampenoverrides bei G64 ist möglich.</p> <p>Bei der Funktion Satzübergänge mit beliebigen Achsen (RD-Programmierung) wird bei Reduzierung des programmierten Verschleifweges auch die Sollgeschwindigkeit für die Übergangssätze reduziert.</p> <p>Bei der Programmierung ACC2000+100 (2000 = Rampentyp linear + Beschleunigung 100%) wird vor dem Satzwechsel auf die Satzwechselgeschwindigkeit abgebremst.</p> <p>Die Satzwechselgeschwindigkeit ist die jeweils niedrigere Geschwindigkeit beider Sätze.</p> <p>ACC2100 FF50% ...</p> <p>Die ACC-Funktion ist nicht auf Spezialfunktionen wie G33, G63 und Pendeln anwendbar.</p> <p>Unabhängige Achsen werden mit dem Achsbuchstaben spezifiziert und wie folgt programmiert.</p> <p>z.B. X-Achse: ACCX50 (entspricht ACCX0050 = ACCX1050)</p> <p>Die Voreinstellung des Rampentyps für die Betriebsart Automatik erfolgt in Q37 Bit 4.</p> <p>0 = Linearrampe 1 = Sin<sup>2</sup>-Rampe</p> <p>Interpolierende Achsen in der Betriebsart Hand und unabhängige Achsen werden immer mit Linearrampe gefahren.</p>	
Beispiel		
	N10 G1 X100 Y500 F2000 ACC50	(Beschleunigen mit 50% Linearrampe)
	N20 G1 X100 Y650 F500 ACCR1	(Beschleunigungswert in R1)
	N30 G1 X350 Y650 F1500 ACCRR0	(Parameter-Nr. für Beschleunigungswert in R0)
Beispiel		
	N110 G1 G64 X10 ACC0050 F100	(Beschleunigen mit 50% Linearrampe)
	N120 X100 ACC1100 F2000	(Beschleunigen mit 100% Sinusrampe)



	N120 X150 ACC 2050	(Bremsen mit Linearrampe auf Satzwechselgeschwindigkeit F100)
	N130 G60 X160 ACC1100 F100	(Bremsen mit Sinusrampe auf Stillstand)



## 2.5 Spindeldrehzahl S programmieren

S	Spindeldrehzahl
Format	Snnnnn SXnnnnn  nnnnn = 5-stellige Dezimalzahl X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Der programmierte Wert wird als Spindeldrehzahl (Defaulteinstellung) in U/min oder Schnittgeschwindigkeit m/min bewertet. Sind mehrere Spindeln in einem Teilsystem vorhanden, kann durch die Angabe eines Achsbuchstaben eine Achse als Spindel ausgewählt werden.
Hinweise	Mit G97 wird die Drehzahl in Umdrehungen/min gewertet. Mit G96 wird das S-Wort als Schnittgeschwindigkeit (Umfangsgeschwindigkeit) in m/min gewertet. Der dem Umfang zugrunde liegende Radius wird aus dem Istwert einer mittels \$34 zu spezifizierenden Achse gebildet. Die Drehzahl für weitere Spindeln wird mit S"Achsname" programmiert. Der unter S programmierte Wert wird in die Koppelspeichervariable <i>cncMem.axSect[n]. wrdN2P.IPrGSVal</i> eingetragen. Als Änderungssignal wird die Variable <i>cncMem.axSect[n]. flgN2P.bSFctMod</i> auf TRUE gesetzt. Diese Variable muss vom SPS-Anwenderprogramm quittiert werden. Ist keine Achse im Teilsystem als Spindel oder Rundachse (Q.054) gekennzeichnet, so wird der Inhalt des S-Wortes zur Weiterverarbeitung durch ein SPS-Programm in der Variablen <i>cncMem.sysSect[n]. wrdN2P.ISFct</i> gespeichert. Als Änderungssignal dient dann die Variable <i>cncMem.axSect[n]. flgN2P.bSFctMod</i> .
Beispiel	
	N10 G1 X100 Y100 S3500



### 3 G-Funktionen

Die G-Funktionen sind nach DIN 66025 Teil 2 solche CNC-Funktionen, die den Interpolationszusammenhang der NC-Achsen beschreiben. Die G-Worte sind in dieser Übersicht Gruppen zugeordnet.

Nur eine Funktion einer Gruppe kann aktiv sein.

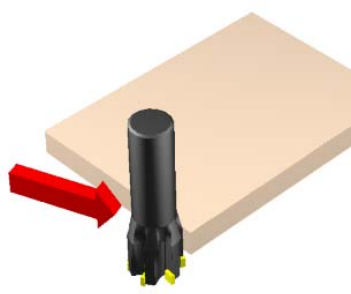
In der Regel bleiben die Funktionen aktiv bis sie durch eine andere Funktion der gleichen Gruppe abgewählt werden.

In Einzelfällen ist eine Funktion nur satzweise wirksam (Eigenschaft = S). Einige Funktionen sind Defaulteinstellungen (Eigenschaft = D).

Gruppe	Eigenschaften D = Defaulteinstellung S = satzweise aktiv		Bedeutung
1		G0	Bahnsteuerung im Eilgang
	D	G1	Geraden-Interpolation
		G2	Kreis-Helix-Interpolation im Uhrzeigersinn
		G3	Kreis-Helix-Interpolation im Gegenuhrzeigersinn
		G10	Punktsteuerung im Eilgang
		G11	Anfahren Referenzpunkt
		G12	Spiralinterpolation im Uhrzeigersinn
		G13	Spiralinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
		G25	Online-Curve-Interpolation OCI ohne tangentialem Übergang
		G26	Online-Curve-Interpolation OCI mit tangentialem Übergang
		G27	Freiforminterpolation von offline erstellten CNC-Programmen
		G32	Gewindebohren mit geregelter Spindel
		G33	Gewindeschneiden
		G63	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter
		G76	Gewindezyklus
		G77	Gewindebohrzyklus ohne Ausgleichsfutter
2	S	G4	Verweilzeit
3	D	G17	Ebenenauswahl X-Y
		G18	Ebenenauswahl X-Z
		G19	Ebenenauswahl Y-Z
4	D	G28	Rechenparameter aktualisieren bei Satzausführung
		G29	Rechenparameter aktualisieren bei Satzaufbereitung
5	S	G39	Satzaufbereitung unterbrechen
6	D	G40	Werkzeugradiuskorrektur ausschalten
		G41 G42	Werkzeugradiuskorrektur links / rechts
		G43 G44	Werkzeugradiuskorrektur positiv / negativ
	S	G50	Werkzeugradiuskorrektur ohne Übergangskontur

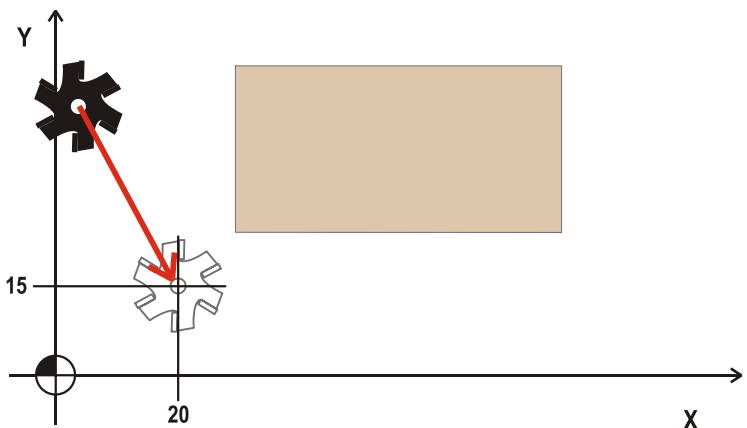
Gruppe	Eigenschaften D = Defaulteinstellung S = satzweise aktiv		Bedeutung
7		G45 G46	Bahnvorschubkorrektur
8	D	G53 bis G59	Nullpunktverschiebung
9	S	G9	Genauhalt
	D	G60	Satzwechsel nach Erreichen der Genauhaltgrenze
		G61	Satzwechsel nach Abbau der Soll-Ist-Differenz
		G62	Satzwechsel mit Beschleunigungsüberwachung
		G64	Satzwechsel ohne Geschwindigkeitseinbruch
		G66	Synchronisation der IPO-Stützpunkte
10	S	G67	Sonderfunktionen zum Pendeln
11		G70	Maßangaben in Zoll; es gilt die zuletzt benutzte Funktion
		G71	Maßangaben in Millimeter
12	D	G80 bis G89	Bearbeitungszyklen
13	D	G90	Absolute Maßangaben
		G91	Inkrementale Maßangaben
14		G92	Bezugspunktverschiebung
15		G93	Angabe des Vorschubs in % Eilgang
	D	G94	Angabe der Vorschubgeschwindigkeit in mm/min (in/min)
		G95	Angabe des Vorschubs in mm/Umdr. (in/Umdr.)
16		G96	Konstante Schnittgeschwindigkeit
	D	G97	Angabe der Spindeldrehzahl in 1/min
17	D	G98	Übernahme selbsthaltender Wegbedingungen
		G99	Keine Übernahme selbsthaltender Wegbedingungen

### 3.1 G0 Bahnsteuerung mit Eilganggeschwindigkeit

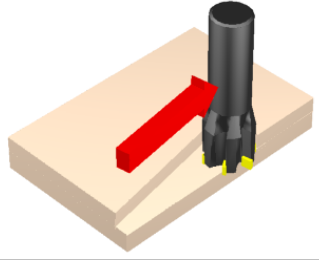
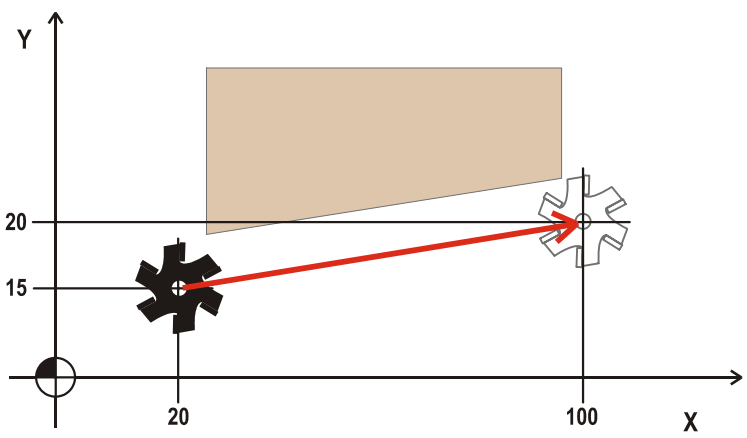
G0	Bahnsteuerung mit Eilganggeschwindigkeit und Geraden-Interpolation	
Format	G0 X Y X, Y = beliebige Achsbuchstaben	
Erläuterung	Alle Achsen erreichen gleichzeitig die programmierten Endpunkte. Die Bahngeschwindigkeit wird steuerungsintern so ermittelt, dass die kürzeste Positionierzeit ohne Überschreitung der achsspezifischen Eilganggeschwindigkeit (Q.029) erreicht wird.	
Hinweise	<p>Der Satzwechsel erfolgt erst nach Erreichen des Genauhalt in allen Achsen, unabhängig von der mit G60 bis G64 angewählten Genauhaltstufe.</p> <p>Sollte dieses Verhalten nicht erwünscht sein, kann Bit 2 im Konfigurationsparameter Q38 gesetzt werden.</p> <p>Der programmierte Vorschub F ist nicht wirksam, bleibt aber erhalten und wird nach G0 wieder aktiv.</p> <p>Solange G0 angewählt ist, wird die Koppelspeichervariable <i>cncMem.sysSect[n].flgN2P.bG0Act</i> auf TRUE gesetzt</p>	



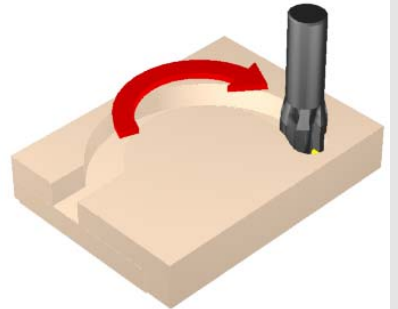
G0 eignet sich nicht zur Werkstückbearbeitung.

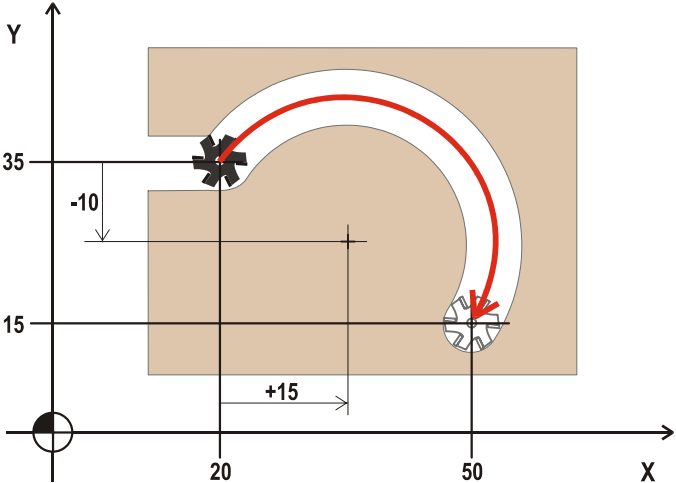
Beispiel	
	N10 G0 X20 Y15
	

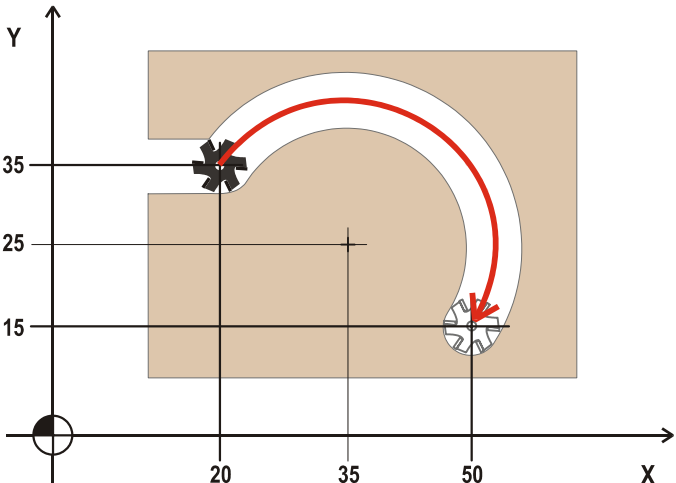
## 3.2 G1 Bahnsteuerung mit Geraden-Interpolation

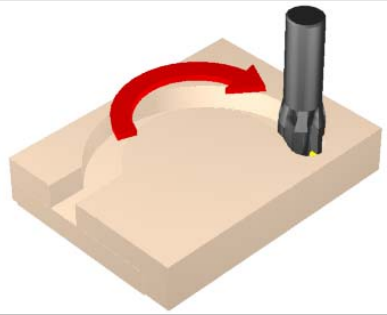
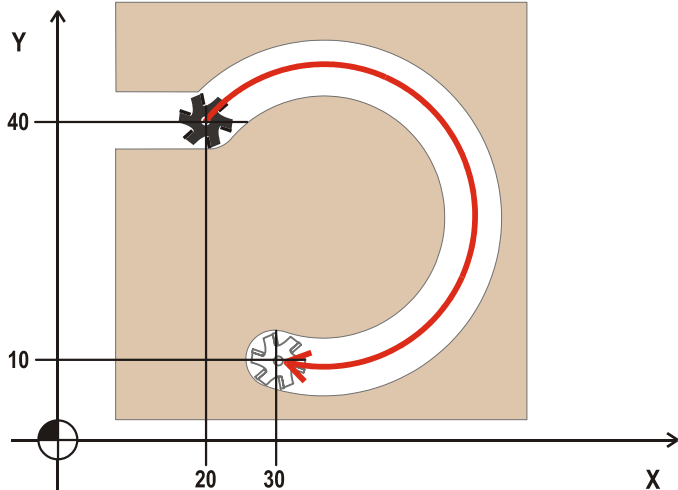
G1	Bahnsteuerung mit Geraden-Interpolation	
Format	G1 X Y F X, Y = beliebige Achsbuchstaben F = Bahngeschwindigkeit	
Erläuterung	Alle Achsen erreichen gleichzeitig den programmierten Endpunkt auf einer Geraden. Die Bahngeschwindigkeit ist mit dem aktuell programmierten Vorschub F identisch.	
Hinweise	Die Geraden-Interpolation ist in allen Achsen gleichzeitig, n-dimensional zulässig. Die maximal erreichbare Bahngeschwindigkeit wird von der langsamsten Achse begrenzt und kann daher kleiner als die unter F programmierte Geschwindigkeit sein. Solange G1 angewählt ist, wird die Koppelspeichervariable <code>cncMem.sysSect[n].flgN2P.bG1Act</code> auf TRUE gesetzt	
Beispiel	N10 G1 X100 Y20 F1000 (Der Endpunkt wird auf einer Geraden mit der Bahngeschwindigkeit 1000 mm/min angefahren.)	
		

### 3.3 G2, G3 und RC Kreis- und Helixinterpolation

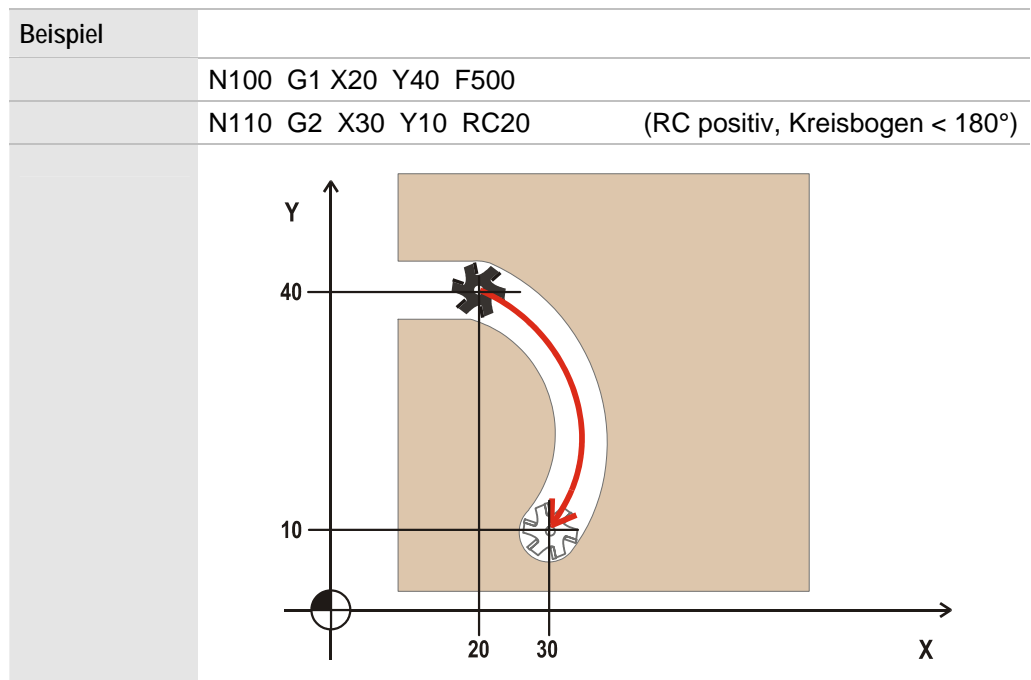
G2	Kreis- und Helixinterpolation im Uhrzeigersinn	
G3	Kreis- und Helixinterpolation im Gegenuhrzeigersinn	
Format	G2 X Y I J F G3 X Z I K F G2 X Y RC F  X, Y, Z = Achsbuchstaben I, J, K = Hilfskoordinaten F = Bahngeschwindigkeit RC = Radius	
Erläuterung	Kreis- und Helixinterpolation mit Angabe des Kreismittelpunktes.	
Hinweise	<p>Die Kreismittelpunktcoordinate wird mit den Hilfskoordinaten I, J, K programmiert oder unter RC angegeben. Die Hilfskoordinaten sind den Achsen zugewiesen:</p> <p>Achsen parallel zu X = I  Achsen parallel zu Y = J  Achsen parallel zu Z = K</p> <p>Der Bezugspunkt der Hilfskoordinaten kann eingestellt sein: relativ, bezogen auf den Satzanfangspunkt (Q25 Bit2 =0) oder absolut, bezogen auf das aktuell gewählte Koordinatensystem (Q25 Bit2=1).</p> <p>Die Kreisinterpolation kann nur in einer Ebene erfolgen. Die Kreisebene muss mit der ausgewählten Arbeitsebene (G17/G18/G19) übereinstimmen. Ist dies nicht der Fall, wird ein Fehler angezeigt und die Programmbearbeitung abgebrochen.</p> <p>Für die an der Kreisinterpolation beteiligten Achsen müssen die entsprechenden Raumkoordinaten zugewiesen sein. Dies geschieht durch das Setzen eines Bits (0,1 oder 2) im Konfigurationsparameter Q.054. Werden mehrere Achsen den gleichen Raumkoordinaten zugewiesen, so muss mit \$47 eine Auswahl erfolgen.</p> <p>Die Endkoordinaten können je nach Wegbedingung absolut oder inkremental sein (G90 oder G91).</p> <p>Der Kreisendpunkt muss die in Q106 eingestellte Genauigkeit erreichen, sonst erfolgt eine Fehlermeldung. Zulässige Abweichungen des Kreisendpunktes werden über Spiralinterpolation auf der Kreisbahn ausgeglichen. Werden zusätzlich zu den Kreisachsen weitere Achsen programmiert, werden diese Achsen so in den Interpolationszusammenhang einbezogen, dass sie gleichzeitig mit den Kreisachsen den Endpunkt erreichen (Helixinterpolation). Die unter F programmierte Bahngeschwindigkeit bezieht sich auf die resultierende Raumbahn (siehe \$38).</p> <p>Fallen Anfangs- und Endpunkt des Kreises zusammen, so wird ein Vollkreis interpoliert, sofern der Mittelpunkt nicht mittels RC bestimmt wurde.</p>	
Beispiel	Hilfskoordinaten mit Inkrementalbezug (Q25 Bit2=0)	

	N10 G1 X20 Y35 F1000	
	N20 G2 X50 Y15 I15 J-10	(Der absolut programmierte Endpunkt wird auf einer Kreisbahn mit konstanter Bahngeschwindigkeit 1000 mm/min im Uhrzeigersinn angefahren. Die Angabe der Kreismittelpunktcoordinate erfolgt relativ, bezogen auf den Anfangspunkt.)
		

Beispiel	Hilfskoordinaten mit Absolutbezug (Q25 Bit2 =1)	
	N10 G1 X20 Y35 F1000	
	N20 G2 X50 Y15 I35 J25	(Der absolut programmierte Endpunkt wird auf einer Kreisbahn mit konstanter Bahngeschwindigkeit 1000 mm/min im Uhrzeigersinn angefahren. Angabe der Kreismittelpunktcoordinate absolut, bezogen auf den programmierten Nullpunkt.)
		

RC	Kreis- und Helixinterpolation mit Radienprogrammierung	
Format	RCnnn RCRnnn nnn = Dezimalzahl Rnnn = Rechenparameter	
Erläuterung	Kreis- und Helixinterpolation mit Angabe des Radius des Kreisbogens.	
Hinweise	<p>Es müssen nur die Endkoordinaten und der Radius programmiert werden:</p> <p>Ist <math>RC &lt; 0</math> (negativ), so wird ein Kreisbogen mit dem Umfangswinkel <math>&gt; 180^\circ</math> gefahren.</p> <p>Ist <math>RC &gt; 0</math> (positiv), so wird ein Kreisbogen mit dem Umfangswinkel <math>&lt; 180^\circ</math> gefahren.</p> <p>Ein Vollkreis kann nur aus zwei Teilkreisen programmiert werden.</p>	
Beispiel	<p>N100 G1 X20 Y40 F500</p> <p>N110 G2 X30 Y10 RC-20 (RC negativ, Kreisbogen <math>&gt; 180^\circ</math>)</p>	
		







### 3.4 G4 und TI Verweilzeit

G4	Verweilzeit
Format	G4 F G4 R F = Verweilzeit in Sekunden R = Rechenparameter enthält die Verweilzeit in Sekunden

Beispiel	
	N10 G4 F1.2 (Verweilzeit in 1,2 Sekunden)
	N10 G4 R1002 (Verweilzeit im R-Parameter R1002)
	N10 G4 FR1002 (Verweilzeit im R-Parameter R1002)

TI	Verweilzeit
Format	TI nnn TI R nnn = Dezimalzahl(integer Doppelwort 2.147.483.647), Einheit s R = Rechenparameter enthält die Verweilzeit in Sekunden
Erläuterung	TI kann parallel zur Fahrbewegung programmiert werden
Hinweise	Wird eine Verweilzeit durch TI gleichzeitig mit einer Fahrbewegung programmiert, läuft die Zeit parallel zur Fahrbewegung. Der Satz wird gewechselt, wenn beide Bedingungen erfüllt sind: Zielkoordinate erreicht und Zeit abgelaufen. Die Verweilzeit ist satzweise wirksam. Kann auch mit G4 programmiert werden

Beispiel	
	N10 TI 2.5 (Verweilzeit 2,5 Sekunden)
	N10 TI R1002 (Verweilzeit im R-Parameter R1002)
	N10 G1 X0.5 F500 TI2.5 (Verweilzeit 2,5 Sekunden während G1)

## 3.5 G9, G60 Genauhalt

G9	Genauhalt, satzweise wirksam
Format	G9
Erläuterung	Der Satzwechsel erfolgt, wenn der Schleppabstand aller Achsen des Teilsystems kleiner als die jeweilige Genauhaltgrenze ist. (siehe Konfigurationsdaten Q.048)
Hinweise	Der Genauhalt mit G9 ist nur für einen Satz wirksam. Im folgenden Satz gilt wieder die zuvor programmierte Satzwechselbedingung. Solange die Achse nicht im Genauhalt ist wird die Koppelspeichervariable <i>cncMem.axSect[n].flgN2P.bInPos</i> auf FALSE gesetzt.

G60	Genauhalt, selbsthaltend
Format	G60
Erläuterung	Der Satzwechsel erfolgt, wenn die Sollposition erreicht ist und der Schleppabstand aller Achsen des Teilsystems kleiner als die jeweilige Genauhaltgrenze (Q.048) ist.
Hinweise	Solange die Achse nicht im Genauhalt ist wird die Koppelspeichervariable <i>cncMem.axSect[n].flgN2P.bInPos</i> auf FALSE gesetzt.  G60 ist die Defaulteinstellung und kann bei Bedarf durch G61 oder G64 abgewählt werden.

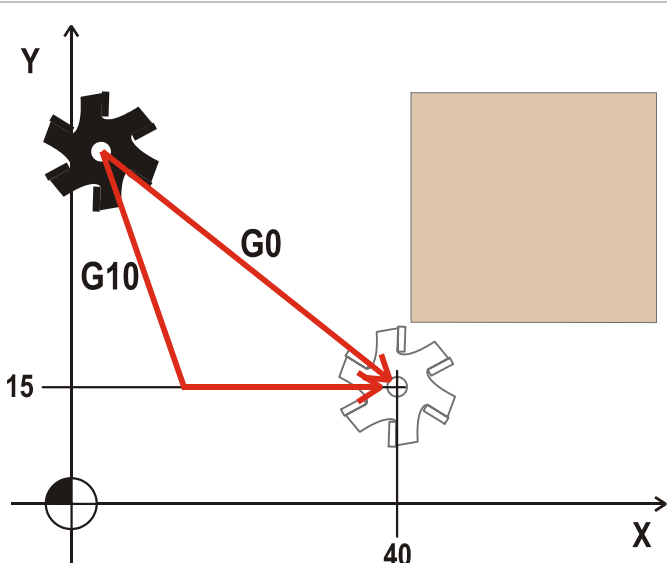
Beispiel	
	N10 G60 G1 X1000 F1000
	N20 X2000 F500

### 3.6 G10 Punktsteuerung im Eilgang

G10	Punktsteuerung im Eilgang
Format	G10 X Y X, Y = beliebige Achsbuchstaben
Erläuterung	Im Gegensatz zu G0 fahren alle Achsen mit ihrer achsspezifischen Eilganggeschwindigkeit, so dass sie in der Regel nicht gleichzeitig den Endpunkt erreichen.
Hinweise	Der Satzwechsel erfolgt erst nach Erreichen des Genauhalts in allen Achsen, unabhängig von der mit G60 bis G64 gewählten Genauhaltstufe. Unter F programmierte Vorschübe bleiben erhalten und werden nach Abwahl von G10 wieder Wirksam.



G10 eignet sich nicht zur Werkstückbearbeitung.

Beispiel	
	N10 G10 X40 Y15
	

## 3.7 G11 Referenzpunktfahren

<b>G11</b>	<b>Referenzpunktfahren</b>
<b>Format</b>	G11 X X = beliebiger Achsbuchstabe
<b>Erläuterung</b>	Die gewählte Achse fährt zu ihrem Referenzpunkt.
<b>Hinweise</b>	<p>Die Achsen werden nicht interpoliert und fahren mit ihren spezifischen Geschwindigkeiten.</p> <p>Ist die Achse noch nicht synchronisiert, so wird grundsätzlich mit den Referenzpunktsuchgeschwindigkeiten gefahren.</p> <p>Ist die Achse bereits synchronisiert, so wird die Referenzpunktcoordinate mit der zuvor programmierten Geschwindigkeit F oder im Eilgang gefahren. Die Geschwindigkeit darf nicht im G11-Satz programmiert werden.</p> <p>G11 ist satzweise wirksam.</p> <p>Die NC-Satzaufbereitung wird angehalten bis der NC-Satz abgearbeitet ist (implizites G39)</p>

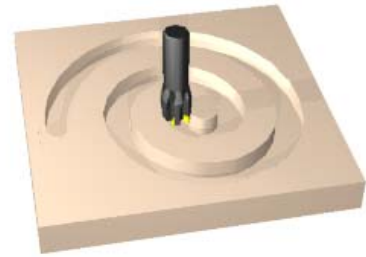
<b>Beispiel</b>	
	N10 G0
	N20 G11 X
	oder
	N10 F1000
	N20 G11 X

Werden mehrere Achsen in einem Satz mit G11 verfahren, muss die Referenzcoordinate der Achsen angegeben werden.

<b>Beispiel</b>	
	N10 G0
	N20 G11 X0 G11 Y0

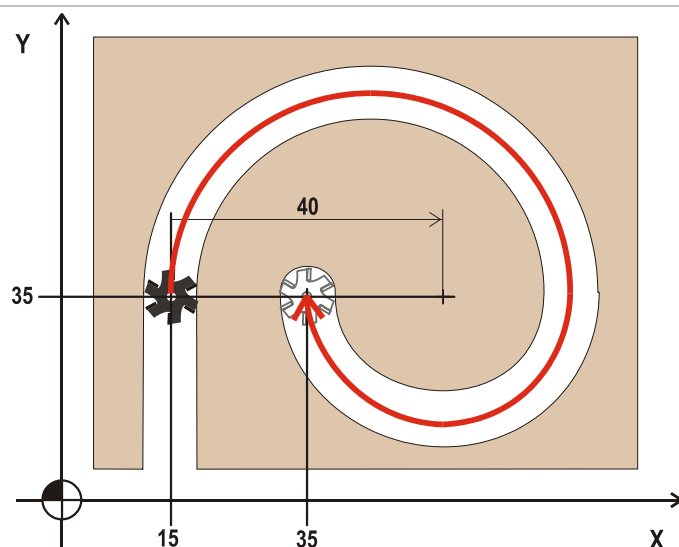
### 3.8 G12 und G13 Spiralinterpolation

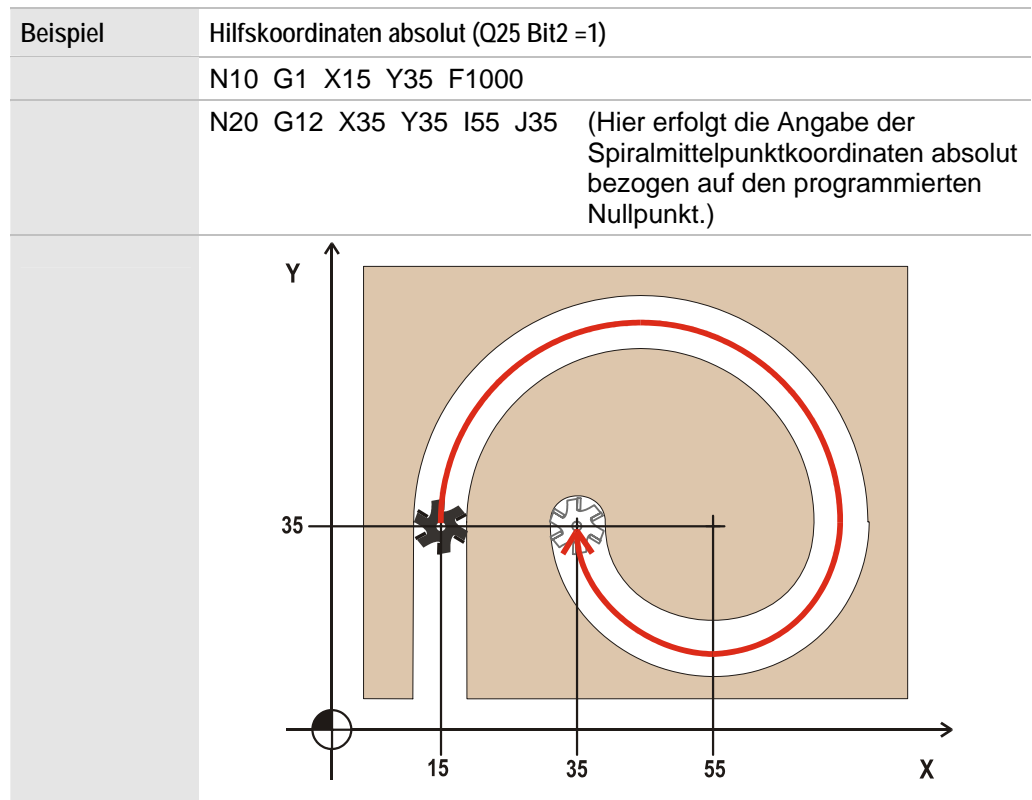
G12	Spiralinterpolation im Uhrzeigersinn
Format	G12
G13	Spiralinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
Format	G13



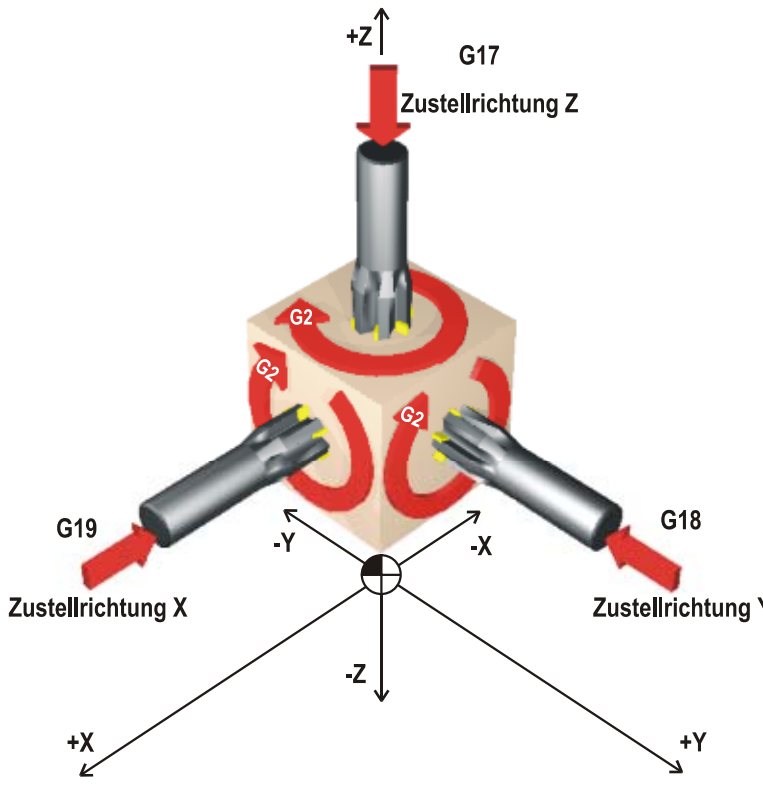
Erläuterung	Die Programmierung von G12/G13 entspricht der von G2/G3. In der Spiralinterpolation wird die Differenz zwischen Anfangs- und Endradius in Abhängigkeit vom Bahnwinkel abgefahren, es wird eine archimedische Spirale erzeugt.
Hinweise	Die Koordinaten des Mittelpunkts können wie bei der Kreis-Interpolation mit I, J, K absolut oder relativ angegeben werden (Q25 Bit2 = 1 absolut, Bit2 = 0 relativ).  Werden zusätzlich zu den Spiralachsen weitere Achsen programmiert, werden diese Achse so in den Interpolationszusammenhang einbezogen, dass die dritte Achse gleichzeitig mit den Spiralachsen den Endpunkt erreicht (Helixinterpolation).

Beispiel	Hilfskoordinaten relativ zum Anfangspunkt (Q25 Bit2 = 0)
	N10 G1 X15 Y35 F1000
	N20 G12 X35 Y35 I40 J0 (Der programmierte Endpunkt wird auf einer Spiralbahn mit konstantem Bahnvorschub 1000 mm/s im Uhrzeigersinn angefahren. Die Angabe der Spiralmittelpunktkoordinaten erfolgt relativ, bezogen auf den Anfangspunkt.)





### 3.9 G17, G18 und G19 Auswahl der Arbeitsebenen

G17	Ebenenauswahl X/Y
G18	Ebenenauswahl X/Z
G19	Ebenenauswahl Y/Z
Format	G17 G18 G19
Erläuterung	<p>G17 Arbeitsebene X/Y Zustellrichtung Z  G18 Arbeitsebene X/Z Zustellrichtung Y  G19 Arbeitsebene Y/Z Zustellrichtung X</p> 
Hinweise	<p>Die Zuordnung der Maschinenachsen zu der Raumkoordinaten erfolgt in den Konfigurationsparametern Q.054 Bit 0 – 2.</p> <p>Sind mehrere Achsen eines Teilsystems derselben Raumkoordinate zugeordnet kann mit \$47 eine Auswahl getroffen werden.</p> <p>Mit der Ebenenauswahl wird die Ebene auch für folgende Funktionen festgelegt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kreis- und Helixinterpolation (in der Abbildung ist der Drehsinn für G2 bzw. G12 dargestellt)</li> <li>Werkzeuglängen- und Werkzeugradiuskorrektur</li> </ul> <p>G17 ist die Defaulteinstellung.</p>



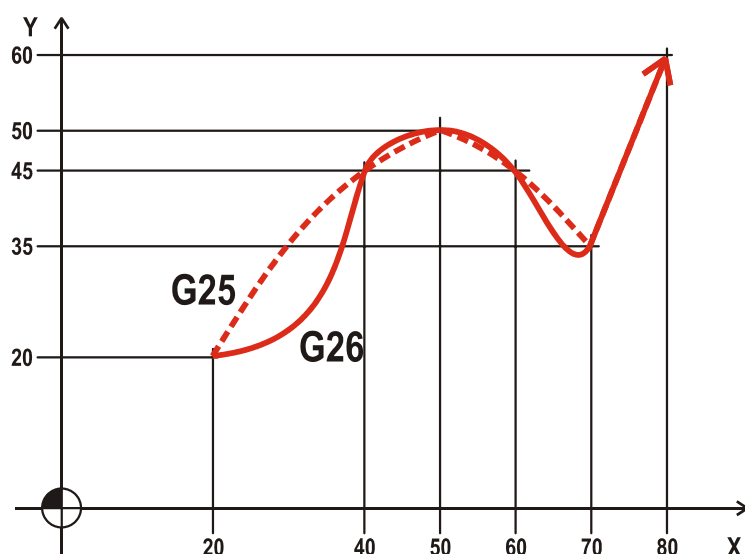
## 3.10 G25 und G26 Online-Curve-Interpolation OCI

G25	Online-Curve-Interpolation OCI ohne tangentialen Übergang
G26	Online-Curve-Interpolation OCI mit tangentialem Übergang
Format	G25 X Y Z G26 X Y Z X, Y, Z, = beliebige Achsbuchstaben
Erläuterung	Bahnsteuerung für weiche, stetige Bahnen.
Hinweise	Durch die An- oder Abwahlbedingung kann vorgegeben werden, ob ein tangentialer Übergang zu zuvor oder danach programmierten Bahnen erfolgen soll. Der Online-Curve-Interpolator erwartet die Vorgabe von Stützstellen in Form von CNC-Sätzen. Sollen scharfe Ecken oder Gerade erzeugt werden, so kann jederzeit G1 bzw. G2/G3 programmiert werden. OCI kann mit allen im NC-Teilsystem vorhandenen Achsen gleichzeitig erfolgen, d.h. es können Raumkurven beliebiger Komplexität erzeugt werden.



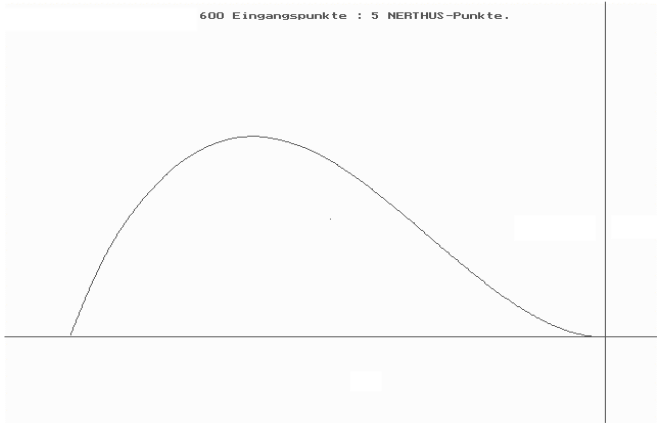
Nach Abwahl des OCI durch eine beliebige G-Funktion (G0/G1....) müssen mindestens 2 Fahrsätze folgen, damit OCI arbeiten kann. G39 sowie NC-Funktionen die ein impliziertes G39 enthalten sind im OCI nicht zulässig. Werkzeugbahnkorrekturen mit G40 bis G44 sind in Verbindung mit dem OCI nicht zulässig.

Beispiel	G25 OCI ohne tangentialen Übergang.	G26 OCI mit tangentialem Übergang.
	N10 G1 X20 Y20	N10 G1 X20 Y20
	N20 G25 X40 Y45	N20 G26 X40 Y45
	N30 X50 Y50	N30 X50 Y50
	N40 X60 Y45	N40 X60 Y45
	N50 X70 Y35	N50 X70 Y35
	N60 G1 X80 Y60	N60 G1 X80 Y60
	N70 X125 Y65	N70 X125 Y65





### 3.11 G27 Freiforminterpolation

G27	Freiforminterpolation von offline erstellten CNC- Programmen
Format	G27
Erläuterung	<p>Bahnsteuerung, die auf der Bahnstützpunktreduktion nach NERTHUS* basiert.</p> <p>*NERTHUS ist ein Softwareprodukt der Fa. Schleicher</p>
Hinweise	<p>Diese Funktion erfordert eine Offline-Programmierung (z.B. CAM-System) mit anschließender Aufbereitung durch die NERTHUS-Software.</p> <p>Mit der NERTHUS- Software werden die in Tabellenform vorliegenden Achskoordinaten für die Funktion G27 vorgegeben. Die Tabelle kann bis zu 6 Achsen einer Freiform beinhalten. Daraus wird das mit NERTHUS reduzierte CNC-Unterprogramm erstellt und darf in der CNC- Steuerung nicht verändert werden.</p> <p>Bei erforderlichen Konturkorrekturen ist eine erneute Offline-Programmierung mit Aufbereitung durch die NERTHUS-Software erforderlich.</p> <p>Berechnungen von Kompensationen und Transformationen müssen in der Offline-Programmierung erfolgen.</p> <p>Nullpunktverschiebungen sind zulässig.</p> <p>Für einen korrekten Funktionsablauf ist die Betriebsanleitung der NERTHUS-Software zu beachten.</p>
Beispiel	<p>Ein aus 600 Eingangspunkten resultierendes CNC-Programm nach der Bearbeitung mit der NERTHUS-Software</p> <pre>%1 N0 G1 G90 X-37.937 Y.169 N1 G27 G64 X-31.16 Y12.503 IX7.1 IY18.858 JX17.964 JY18.858 N2 X-24.067 Y15.399 JX10.845 JY-1.575 N3 X-13.617 Y8.802 JX15.977 JY-14.615 N4 G61 X0 Y0 JX20.819 JY-.099 N5 M17</pre>
	<p>600 Eingangspunkte : 5 NERTHUS-Punkte.</p> 

## 3.12 G28 und G29 Aktualisierung von Rechenparametern (R-Parametern)

G28	Rechenparameter aktualisieren bei Satzausführung
Format	G28
Erläuterung	Im CNC-Satz programmierte R-Parameter werden aktualisiert, wenn der entsprechende CNC-Satz zur Ausführung kommt.
Hinweise	G28 ist die Defaulteinstellung.

G29	Rechenparameter aktualisieren bei Satzaufbereitung
Format	G29
Erläuterung	Im CNC-Satz programmierte R-Parameter werden aktualisiert, wenn der CNC-Satz im Satzdekoer aufbereitet wird.
Hinweise	Der Zeitpunkt Lesen / Schreiben von R-Parametern ist damit undefiniert. Bei einer hohen Anzahl von Zwischenspeichern und umfangreichen Parameter-Rechnungen kann die Satzaufbereitung bei dieser Funktion schneller sein.



Bei NC-Start/-Stop oder im Einzelsatz werden bei G29 die R-Parameter mehrfach berechnet und eingetragen! Z.B. Stückzähler liefern dann falsche Ergebnisse (werden mehrfach gezählt).



### 3.13 G32 Gewindebohren mit geregelter Spindel

G32	Gewindebohren mit geregelter Spindel
Format	G32 Z I Z = beliebiger Achsbuchstabe I = Gewindesteigung
Erläuterung	<p>Im Unterschied zu Gewindebohren mit G63 wird bei dieser Funktion die Spindel mit der Steigungsachse interpoliert. Daher ist eine lagegeregelter Spindel zwingend erforderlich.</p> <p>Die Gewindesteigung I kann positiv (Bohren mit M3) oder negativ (Bohren mit M4) angegeben werden. I wird nur im ersten G32-Satz programmiert.</p> <p>G32 eignet sich besonders für Sacklöcher, da die Gewindetiefe genau eingehalten wird.</p>
Hinweise	<p>G32 muss bei stehender Spindel (M5) aufgerufen werden.</p> <p>Die Steigungsachse muss vor dem Aufruf von G32 mit \$33 spezifiziert werden</p> <p>Die Drehzahl der Spindel muss unter S programmiert werden.</p> <p>M3, M4 und M5 dürfen nicht verwendet werden.</p> <p>Die Betriebsart Einzelsatz, der Geschwindigkeits-Override und die Stop-Taste sind nicht verriegelt. Alle anderen Betriebsarten sind verriegelt.</p> <p>Ein Gewinde kann auch mit mehreren G32-Sätzen programmiert werden. Dabei gelten die Satzwechselbedingungen G60, G61 bzw. G64. Damit ist es möglich während des Gewindeschneidens z. B. eine M-Funktion auszugeben.</p>

Beispiel	#
	N10 \$33 Z S2000 M5      Leitachse Z, 2000 U/min, Spindel Halt
	N20 G0 Z200 (C90)      Startposition (ggf. auch für Spindel)
	N30 G32 Z190 I2      Gewinde mit M3, Steigung 1 mm
	N40 Z200      Z zurück, Spindel reversiert
	N50 G0      Weiter mit G0

## 3.14 G33 Gewindeschneiden Einzelsatz

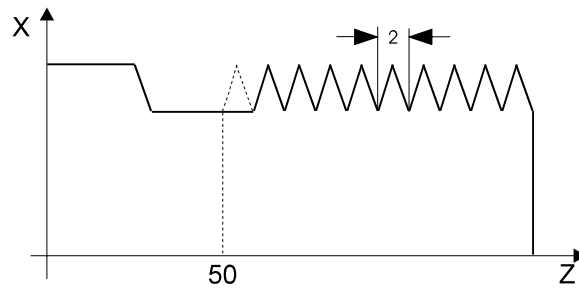
G33	Gewindeschneiden Einzelsatz	
Format	G33 X Z K X, Z = Achsbuchstaben I, J, K = Hilfskoordinaten	
Erläuterung		
Hinweise	<p>Voraussetzung für die Funktion von G33 ist eine Spindel mit einem Wegmeßsystem. Die Spindel kann wahlweise als geregelte, unregelte oder SPS-gesteuerte Spindel verfahren werden.</p> <p>Bevor G33 aufgerufen wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• muss die Spindeldrehrichtung und Drehzahl programmiert werden,</li> <li>• muss die Steigungsachse über die \$33 Funktion deklariert werden.</li> </ul> <p>Der Satzwechsel darf erst erfolgen, wenn die Spindel in der programmierten Richtung dreht. Die Spindeldrehrichtung und die Verfahrrichtung bei der Anwahl von G33 entscheiden über Rechts- und Linksgewinde. Danach ist keine Änderung mehr möglich.</p> <p>Sollte sich die Spindeldrehrichtung ändern fährt die Achse zum Satzangfangspunkt zurück und bleibt dort stehen.</p> <p>Die Gewindesteigung wird, je nach Steigungsachse, mit einer Hilfskoordinate I, J, K programmiert (X = I, Y = J, Z = K).</p> <p>Für das Gewindeschneiden steht der Zyklus G76 zur Verfügung</p>	



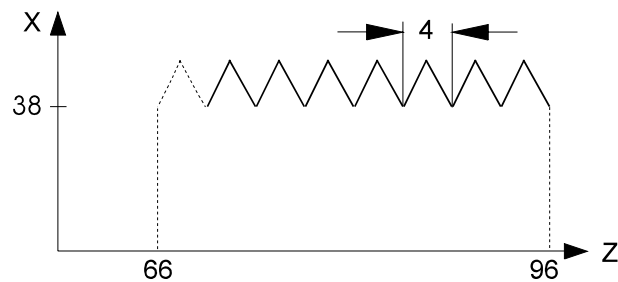
## Verriegelungen bei G33:

- Der Override wird auf 100% gesetzt.
- Die Stop-Taste ist verriegelt.
- Im Einzelsatz wird erst nach dem letzten G33 -Satz gestoppt.
- Ein Wechsel der Betriebsart wird erst nach dem letzten G33-Satz ausgeführt.

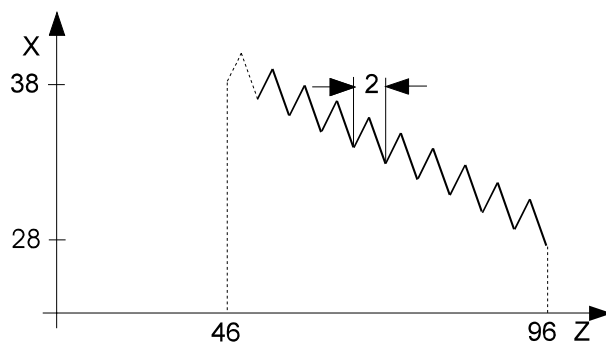
Beispiel	zylindrisches Gewinde	
	N10 M03 S700	(Spindel ein, Drehzahl 700 U/min)
	N20 \$33 Z	( Z ist die Steigungsachse)
	N30 G33 Z50 K2	(Steigung ist 2 mm)



Beispiel	zylindrisches Gewinde (eine Strehlung)	
	N10 M03 S700	(Spindel ein, Drehzahl 700 U/min)
	N20 \$33 Z	(Z ist die Steigungsachse)
	N30 G0 X38 Z96	(Anfangsposition anfahren)
	N40 G91 G33 Z-30 K4	(Gewindelänge 30 mm mit 4 mm Steigung)
	N50 G0 G90 X35 Z98	(Endposition anfahren)
	N60 M05	(Spindel aus)



Beispiel	konisches Gewinde (eine Strehlung)	
	N10 M03 S900	(Spindel ein, Drehzahl 900 U/min)
	N20 \$33 Z	(Z ist die Steigungsachse)
	N30 G0 X28 Z96	(Anfangsposition anfahren)
	N40 G91 G33 X10 Z-50 K2	(Kegel 10x50, Steigung 2 mm)
	N50 G0 G90 X40 Z98	(Endposition anfahren)
	N60 M05	(Spindel ausschalten)



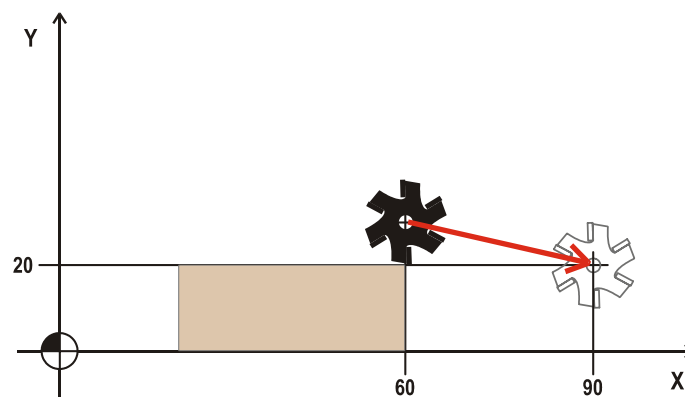
## 3.15 G39 Satzaufbereitung anhalten

G39	Satzaufbereitung anhalten
Format	G39
Erläuterung	Die Satzaufbereitung (Decodierung) wird angehalten, bis der Zwischenspeicher leer ist und der zuletzt aufbereitete Satz abgearbeitet ist.
Hinweise	Die G39-Funktion wird bei folgenden Funktionen automatisch aktiviert: G11 Referenzpunktfahren E1 = 0 oder 1 Koppelmerkervergleich Q-Parameter lesen/schreiben durch Satz Wechseln der NC-Achsen zwischen NC-Teilsystemen \$1 Stillsetzen einer Achse \$25 Nachführbetrieb ausschalten \$28 Achse wieder in den Satzwechsel einbeziehen \$32 ,wenn in Q37 Bit 1 = 1 \$40 Pendeln aus

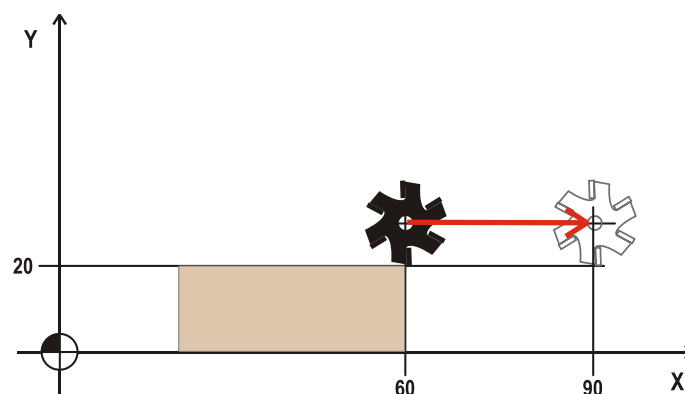
### 3.16 G40 Werkzeugradiuskorrektur ausschalten

G40	Werkzeugradiuskorrektur ausschalten
Format	G40 [X Y Z F] X, Y, Z = beliebige Achsbuchstaben F = Bahngeschwindigkeit
Erläuterung	Die Werkzeugradiuskorrektur wird ausgeschaltet
Hinweise	Wird G40 mit einer Fahrbewegung programmiert, wird die Werkzeugradiuskorrektur auf der Bahn abgebaut. Wird G40 ohne Fahrbewegung programmiert, wird der Werkzeugmittelpunkt zur Istposition der Achse. Mit M30 wird die Werkzeugradiuskorrektur ebenfalls ausgeschaltet.

Beispiel	G40 mit Fahrbewegung
	N30 G41 X... F500
	N40 G41 X60 F500
	N50 G40 X90 F500



Beispiel	G40 ohne Fahrbewegung
	N30 G41 X... F500
	N40 G41 X60 F500
	N50 G40
	N60 G1 X90





## 3.17 T-Wort Werkzeugauswahl für die Werkzeugkorrektur

<b>T</b>	Werkzeugauswahl
Format	Tnn nn = Nummer des Werkzeugdatenspeichers, 2-stellige Dezimalzahl
Erläuterung	Der Werkzeugdatenspeicher nn wird angewählt und aktiviert.
Hinweise	<p>Die Werkzeugdaten, die im Werkzeugdatenspeicher abgelegt sind, werden im Verfahrensauftrag verrechnet. Sie bleiben gültig, bis ein anderes Werkzeug angewählt oder mit T0 die Werkzeugkorrektur ausgeschaltet wird.</p> <p>Die Nummer des angewählten Werkzeugdatenspeichers wird ständig in der Koppelspeichervariablen <i>cncMem.sysSect[n].wrdN2P.IToolMem</i> angezeigt.</p> <p>Die T-Funktion wird außerdem durch ein Änderungssignal in der Koppelspeichervariablen <i>cncMem.sysSect[n].flgN2P.bTFctMod</i> angezeigt. Der Satzwechsel erfolgt erst wenn diese Variable durch ein Anwenderprogramm auf FALSE gesetzt wurde.</p>
Beispiel	
	N10 G1 X100 Y50 T01      Werkzeug 1 gewählt
	N20 G0 X0 Y0 T0          Werkzeugkorrektur ausgeschaltet



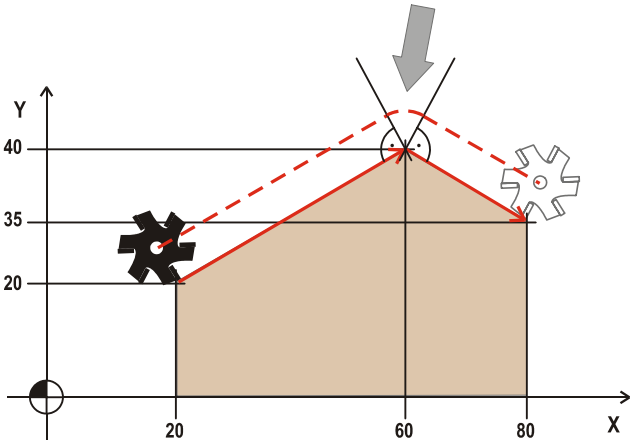
Bei M30 oder einem Programmabbruch mit RESET gilt das Werkzeug als abgewählt. Bei einem Neustart eines NC-Programms, muss die Werkzeuganwahl deshalb im ersten Verfahrssatz stehen.

Die Istwertanzeige wird entsprechend korrigiert.



Soll ein NC-Programm in mehreren Teilsystemen abgearbeitet werden, muss bei der Werkzeuganwahl darauf geachtet werden, dass in jedem Teilsystem die Werkzeugdatenspeicher mit entsprechenden Werkzeugdaten eingetragen sind.

### 3.18 G41/G42 Werkzeugradiuskorrekturen

G41 G42	Werkzeugradiuskorrektur (WRK) links der Kontur Werkzeugradiuskorrektur (WRK) rechts der Kontur
Format	G41 X Y Z G42 X Y Z F  X, Y, Z = beliebige Achsbuchstaben F = Bahngeschwindigkeit
Erläuterung	Mit den Funktionen G41 und G42 können Werkzeugbahnkorrekturen abhängig von den Werkzeugdaten durchgeführt werden.
Hinweise	<p>Es sind Korrekturen für Werkzeugradius WRK (voreingestellt) oder Schneidenradius SRK möglich. Um die SRK zu aktivieren muss ein Korrekturquadrant ausgewählt und in den Werkzeugdatenspeicher eingetragen werden. Siehe Quadrantenzuordnung im Anhang.</p> <p><b>Werkzeugauswahl</b> Vor der WRK muss ein Werkzeug mit dem T - Wort ausgewählt werden. Für das Werkzeug müssen Werkzeugkorrekturdaten im entsprechenden Werkzeugdatenspeicher abgelegt sein.</p> <p><b>Ebenenwahl</b> Für die WRK muss eine Bearbeitungsebene mit den Befehlen G17, G18, G19 ausgewählt sein. Die Bearbeitungsebene kann bei angewählter WRK nicht gewechselt werden.</p> <p><b>Anfahren</b> Nach Anwahl einer WRK wird der Werkzeugradius im ersten Verfahrssatz ausgefahren. Die Anwahl muss außerhalb der Bearbeitungskontur erfolgen und die Anfahrstrecke muss frei sein. Siehe auch An- und Abfahrstrategien im Anhang.</p> <p>Die Korrektur erfolgt parallel zur Kontur. Die Achsen werden so gefahren, dass der Werkzeugmittelpunkt senkrecht zur programmierten Kontur steht.</p> <p>In Abhängigkeit der programmierten Kontur werden gegebenenfalls Übergangsradien vom Satzdekoder eingefügt.</p>  <p>Der Übergangsradius stellt einen separaten Satz dar, der unter der Nummer des vorhergehenden Satzes angezeigt wird. Diese Sätze werden nicht in das NC-Programm übernommen sondern nur im Zwischenspeicher abgelegt. G50 arbeitet ohne eingefügte Zwischensätze.</p> <p>In der Ist- und Sollwertanzeige wird immer der Werkzeugmittelpunkt angezeigt.</p>

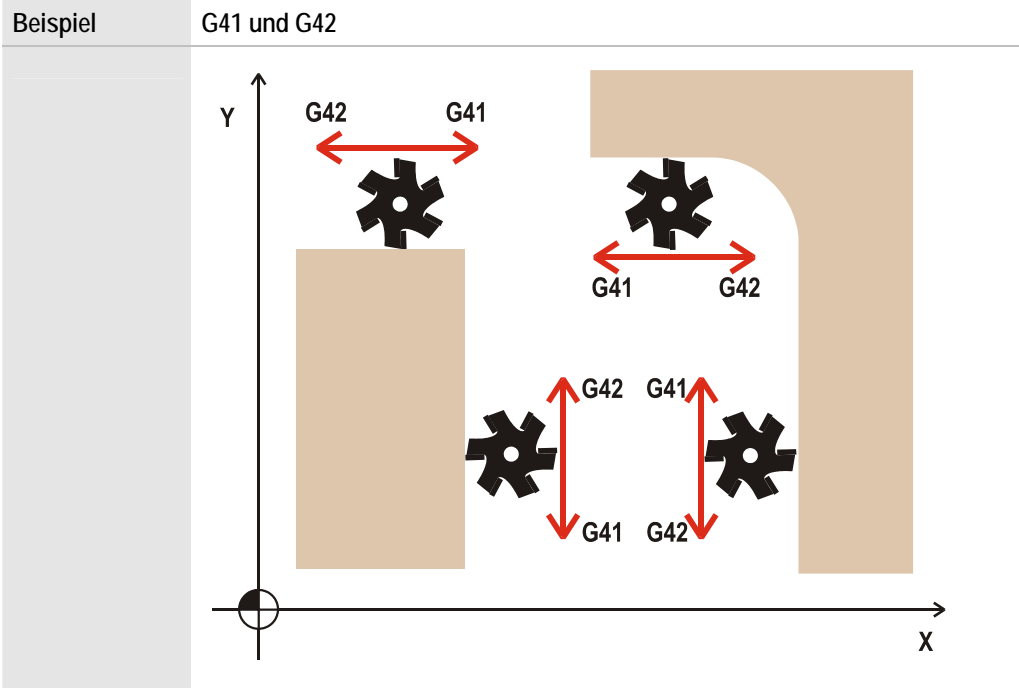
Die Berechnung der Vorschubgeschwindigkeit kann mit G45 bzw. G46 umgeschaltet werden.

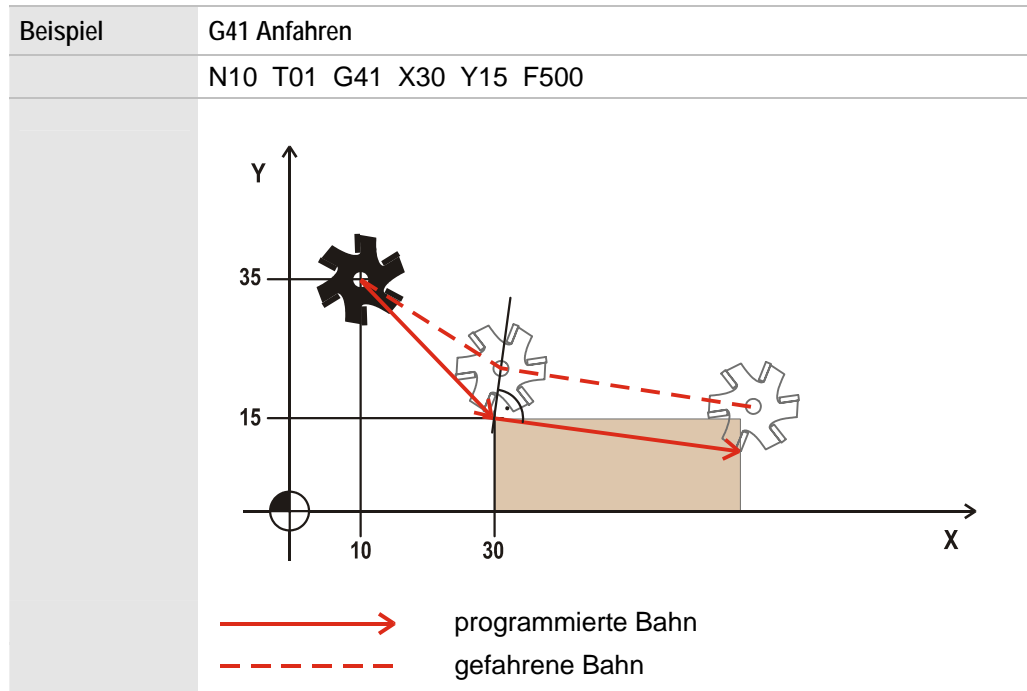


Bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur sind folgende Einschränkungen zu berücksichtigen:

- Bei mehreren aufeinanderfolgenden NC-Sätzen ohne Verfahrbewegung kann der Programmablauf **ohne** Fehlermeldung stehen bleiben, dann muss die Anzahl der NC-Sätze ohne Verfahrbewegung reduziert werden.
- Aufeinanderfolgende NC-Sätze dürfen nicht die gleichen Koordinatenwerte aufweisen (Fehler 0x21300005).
- Der programmierte Radius der Werkstückkontur muss größer als der Werkzeugradius sein.
- Bei Innenecken muss gewährleistet sein, dass das Werkzeug in diese Ecke hineinfahren kann (Fehler 0x21300003).
  - Werkzeug und Werkzeugspeicher können nicht gewechselt werden.
  - Die Bearbeitungsebene kann nicht gewechselt werden.
  - G39 oder eine Funktion die ein implizites G39 zur Folge hat darf nicht verwendet werden.

Gegebenenfalls ist die Werkzeugradiuskorrektur mit G40 abzuwählen.

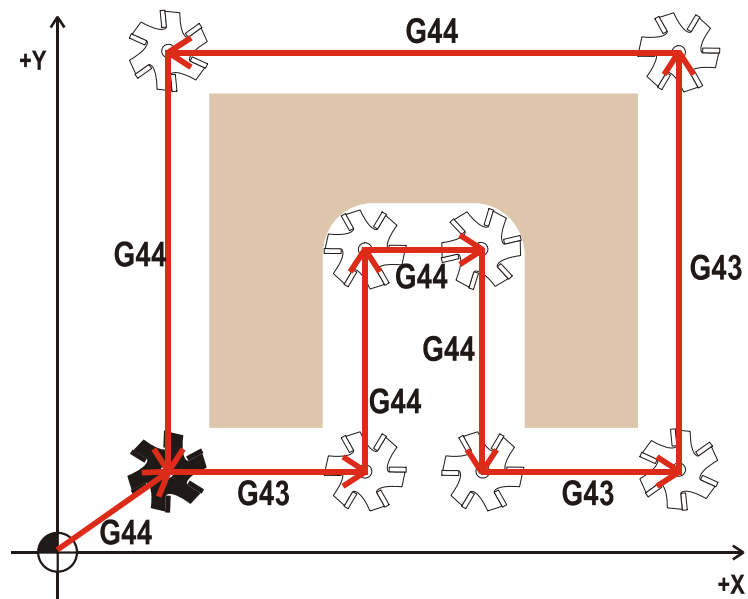




### 3.19 G43 / G44 Werkzeugradiuskorrektur, positiv / negativ

G43	Werkzeugradiuskorrektur positiv
G44	Werkzeugradiuskorrektur negativ
Format	G43 G44
Erläuterung	Werkzeugradiuskorrektur parallel zu den Koordinatenachsen
Hinweise	Die Werkzeugauswahl, die Ebenenauswahl und die Einschränkungen bei der Programmierung gelten genauso wie bei den Funktionen G41 und G42.

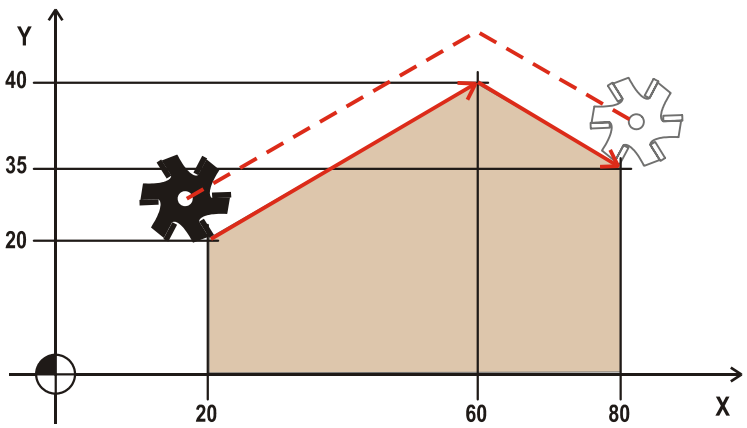
### Beispiel





### 3.20 G50 Werkzeugradiuskorrektur ohne Übergangskontur

G50	Werkzeugradiuskorrektur zwischen zwei Geraden ohne Übergangsradius
Format	G50
Erläuterung	Bei Gerade-Gerade-Übergang an Außenecke wird kein Übergangsradius eingefügt.
Hinweise	Die Anfangs- und Endkoordinaten werden neu berechnet. G50 ist satzweise wirksam

Beispiel	
	N60 G41 X20 Y20
	N60 G50 X60 Y40
	N70 X80 Y35



programmierte Bahn

gefahrte Bahn

## 3.21 G45 / G46 Bahnvorschubkorrektur

G45	Bahnvorschubkorrektur ausschalten
G46	Bahnvorschubkorrektur einschalten
Format	G45 G46
Erläuterung	Die Berechnung der Bahngeschwindigkeit erfolgt auf die programmierte Kontur, nicht auf den Werkzeugmittelpunkt bezogen. Die resultierende Geschwindigkeit ist auf 50 % bis 200 % der programmierten Geschwindigkeit begrenzt. Übergangsradien an Außenecken werden z.B. mit 200 % gefahren.
Hinweise	G46 wirkt nur bei eingeschalteter Werkzeugradiuskorrektur. G45 ist die Defaulteinstellung.



### 3.22 RA, RB, RD, RF Verschleifen

RA	Verschleifen mit Übergangsradius zwischen Kreisbögen und Geraden
RB	Verschleifen mit Fase zwischen Geraden
Format	RAnnnn RBnnnn nnnn = Dezimalzahl, Radius / Fasenlänge
Hinweise	Für RA und RB muss eine Arbeitsebene ausgewählt sein (z.B. G18 für XZ-Ebene. G39 oder eine Funktion, die ein implizites G39 zur Folge hat darf nicht zugleich oder im folgenden Satz programmiert werden.
Beispiel	<pre>N100 G1 F100 X1000 Y100 N110 X900 Y250 RA100 N130 X300 Y550 RB150 N130 X700 Y650 RA50 N140 G2 X1020 Y650 RC-330 RA100 N150 X1370 Y100 RC330 RA150 N160 G1 X1700</pre>





RD	Verschleifen mit Parabel zwischen Geraden
Format	RDnn
Erläuterung	In den Übergang Gerade-Gerade wird eine Parabel eingefügt.
Hinweise	<p>Gilt für beliebige Achsen, zwischen zwei Geraden (G0/G1) ohne Geschwindigkeitsreduzierung (G64).</p> <p>Der Parameter gibt die Entfernung des Anfangs- und Endpunktes der eingefügten Parabel vom Eckpunkt an.</p> <p>Bei RD = 0 wird RD nicht ausgeführt.</p> <p>Ist der Wert für RD größer als 40% der Bahnlänge eines der beiden NC-Sätze, dann wird RD auf 40% der Bahnlänge des kürzeren Satzes begrenzt.</p> <p>Die Bahngeschwindigkeit kann mittels FFnnn in Prozent der unter F programmierten Bahngeschwindigkeit angegeben werden. Siehe Beispiel 2. Durch gleichzeitige Anwahl des Rampentyps 2000 (ACC2100) wird diese Bahngeschwindigkeit zu Beginn des Übergangssatzes erreicht.</p> <p>G39 oder eine Funktion, die ein implizites G39 zur Folge hat darf nicht zugleich oder im folgenden Satz programmiert werden.</p>

Beispiel 1	
	N10 G0 X10 Y10
	N20 G1 G64 X40 Y40 RD20 F1000
	N30 X80

Beispiel 2	Geschwindigkeitsbeeinflussung mit FF	
	N10 G1 X0 Y0 F2000	Startpunkt, Bahngeschwindigkeit 2000 mm/min
	N20 G64 X20 Y100 RD20 ACC2100 <b>FF40</b>	Überschleifen mit RD, Bahngeschwindigkeit 40%
	N30 X40 Y0	Weiter mit 100%



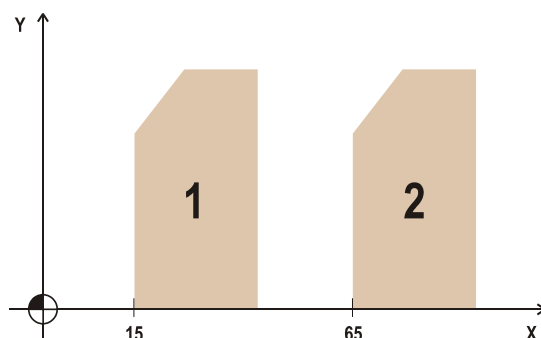
RF	Achsspezifisches Verschleifen mit weicher Beschleunigung																									
Format	RFxnn x = Achsbuchstabe, nn = Vorschubwert bei dem die maximale Achsbeschleunigung erreicht wird.																									
Erläuterung	<p>Die RF-Funktion ist selbsthaltend.</p> <p>Die Abwahl erfolgt über RFx 0 oder für alle Achsen mit RF 0.</p> <p>Der RF-Wert darf größer als der programmierte Vorschub sein. Dann erreicht diese Achse nicht die mögliche Beschleunigung. Die Bewegung wird weicher.</p> <p>Wird der Vorschub größer als der RF-Wert einer Achse programmiert, wird die zulässige Beschleunigung dieser Achse überschritten (G64) oder der Vorschub wird automatisch verringert (G62).</p>																									
Hinweise	<p>Die RF-Funktion darf nur in Zusammenhang mit G1 verwendet werden. Solange RF auf einer Achse wirksam ist, kann RA, RB und RD nicht verwendet werden. Bei Aktivierung einer Robotertransformation kann die RF-Funktion nicht verwendet werden.</p> <p>Die RF-Funktion sollte nur für die Achsen, wo sie benötigt wird, aktiviert werden, da sie auch für Achsen, die nicht verfahren werden, zusätzliche Rechenzeit beansprucht.</p> <p>Die RF-Funktion ist nur bei G62 und G64 wirksam.</p> <p>Wird abwechselnd G61 und G64 programmiert, bleiben die RF-Werte selbsthaltend.</p> <p>Bei G9 und G39 wird die RF-Funktion für diesen Satz unterdrückt.</p>																									
Beispiel	<table> <tr><td>N100</td><td>G64 RFZ2000 F2000</td><td></td></tr> <tr><td>N500</td><td>C20 Z5</td><td></td></tr> <tr><td>N600</td><td>C20 Z15</td><td></td></tr> <tr><td>N700</td><td>G61 C20 Z12</td><td>(RF N700 N800 unwirksam)</td></tr> <tr><td>N800</td><td>G64 C20 Z10</td><td>(RF N800 N900 wirksam)</td></tr> <tr><td>N900</td><td>G9 C20</td><td>(RF N900 N1000 unwirksam)</td></tr> <tr><td>N1000</td><td>C20 Z15</td><td>(RF N1000 N1100 wirksam)</td></tr> <tr><td>N1100</td><td>G61 C20</td><td></td></tr> </table>		N100	G64 RFZ2000 F2000		N500	C20 Z5		N600	C20 Z15		N700	G61 C20 Z12	(RF N700 N800 unwirksam)	N800	G64 C20 Z10	(RF N800 N900 wirksam)	N900	G9 C20	(RF N900 N1000 unwirksam)	N1000	C20 Z15	(RF N1000 N1100 wirksam)	N1100	G61 C20	
N100	G64 RFZ2000 F2000																									
N500	C20 Z5																									
N600	C20 Z15																									
N700	G61 C20 Z12	(RF N700 N800 unwirksam)																								
N800	G64 C20 Z10	(RF N800 N900 wirksam)																								
N900	G9 C20	(RF N900 N1000 unwirksam)																								
N1000	C20 Z15	(RF N1000 N1100 wirksam)																								
N1100	G61 C20																									

## 3.23 G53 bis G59 Nullpunktverschiebung

G54	Nullpunktverschiebung 1 (Parameter ab R10001)
G55	Nullpunktverschiebung 2 (Parameter ab R10101)
G56	Nullpunktverschiebung 3 (Parameter ab R10201)
G57	Nullpunktverschiebung 4 (Parameter ab R10301)
G58	Nullpunktverschiebung 5 (Parameter ab R10401)
G59	Nullpunktverschiebung 6 (Parameter ab R10501)
G53	Abwahl der Nullpunktverschiebungen
Erläuterung	Es gibt 6 Nullpunktverschiebungen (G54 bis G59) die in der Regel dazu benutzt werden den Werkstücknullpunkt zu beschreiben. Mit jeder Nullpunktverschiebung kann für alle Achsen gleichzeitig der Nullpunkt verschoben werden.
Hinweise	<p>Die Werte der Nullpunktverschiebungen werden auf R-Parametern abgelegt, sie können durch das NC-Programm geschrieben und gelesen werden. Die R-Parameter sind den G-Worten und den Achsen fest zugeordnet. (siehe auch Rechenparameter Nullpunktverschiebungen R10001 bis R10564)</p> <p>Beispiel für G54:  R10001 = 1.Achse, R10002 = 2.Achse, ... R10064 = 64.Achse</p> <p>Die Funktionen G54 bis G59 heben sich gegenseitig auf. Die Funktionen G54 bis G59 und G92 werden gleichzeitig ausgeführt. Mit G53 werden die Nullpunktverschiebungen G54 - G59 und die Bezugspunktverschiebung G92 abgewählt. Die Abwahl mit G53 ist satzweise wirksam, die Abwahl kann selbsthaltend eingestellt sein (Q38 Bit 6 =1). Die Nullpunktverschiebung wird auch mit M30 abgewählt.</p>



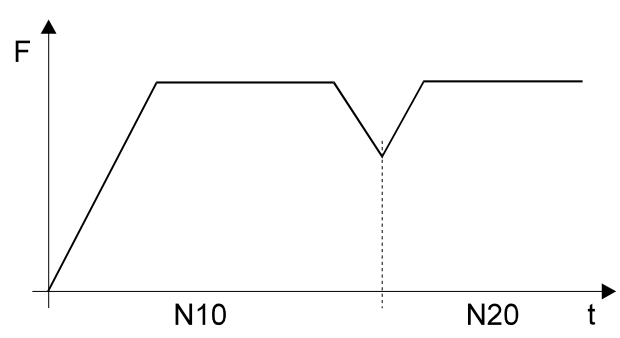
Bei der Anwahl einer Nullpunktverschiebung mit Verfahrbewegungen wird die Nullpunktverschiebung für die Zielkoordinate berücksichtigt. Bei der Anwahl einer Nullpunktverschiebung ohne Verfahrbewegung werden nur die Anzeigewerte für Soll- und Istposition der Achsen umgerechnet.

Beispiel	Vorgabe: X-Achse ist die erste Achse
	N10 G54 X0 G0 B% 4711 (Bearbeitung Teil 1 R10001=15)
	N20 G55 X0 G0 B% 4711 (Bearbeitung Teil 2 R10101=65)
	N30 G53 X0 G0 (Abwahl mit Verfahrbewegung)
	

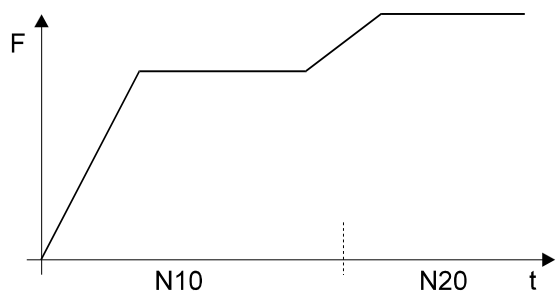


### 3.24 G61, G64 Überschleifen

G61	Überschleifen
Format	G61
Erläuterung	Der Satzwechsel erfolgt wenn die Sollposition erreicht ist (Soll-Ist-Differenz = 0).
Hinweise	Die Achsen folgen den Positionsvorgaben der Steuerung um den Schleppabstand versetzt. Der Satzwechsel erfolgt unabhängig vom Schleppabstand wenn die Sollposition jeder Achse gleich der programmierten Koordinate ist. G61 kann durch G60 bzw. G64 abgewählt oder durch G9 satzweise überschrieben werden.

Beispiel	#
	N10 G61 G1 X1000 F1000
	N20 X2000
	

G64	Überschleifen ohne Geschwindigkeitseinbruch
Format	G64
Erläuterung	Der Satzwechsel erfolgt ohne Bremsrampe bei Soll-Ist-Differenz = 0. Ein eventueller Restweg des Interpolators wird in den nächsten Satz übernommen, so dass es zu keinem Geschwindigkeitseinbruch kommt.
Hinweise	<p>Bei G64 erfolgt gegebenenfalls der Satzwechsel mit der durch FF reduzierten programmierten Geschwindigkeiten.</p> <p>Bei angewähltem G64 sollten keine Wartefunktionen (WA, WN, TI) verwendet werden, da in diesem Fall keine Überwachung der Beschleunigung erfolgen kann.</p> <p>Der Satzwechsel wird unabhängig von SPS-Freigaben für M- und T-Funktionen ausgeführt.</p> <p>G64 kann durch G60 bzw. G61 abgewählt oder durch G9 satzweise überschrieben werden.</p>

Beispiel	#
	N10 G64 G1 X1000 F1000
	N20 X2000 F1200
	

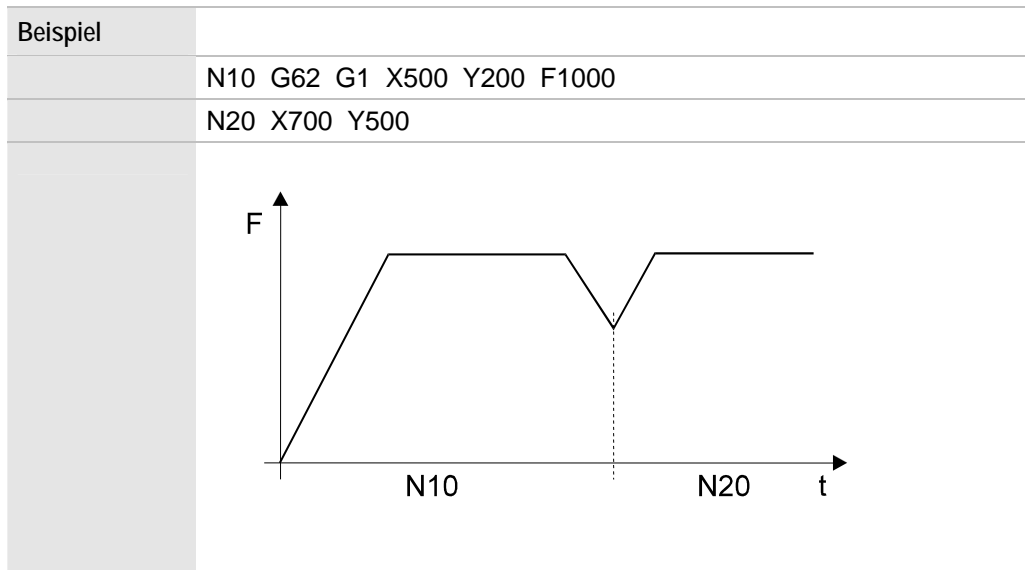


Bei nichttangentialen Konturübergängen (z. B. Winkel zwischen 2 aufeinanderfolgenden Geraden  $> 7^\circ$ ) kann G64 aufgrund der Beschleunigungsüberwachung wie G61 wirken.



### 3.25 G62 Satzwechsel mit Beschleunigungsüberwachung

G62	Satzwechsel mit Beschleunigungsüberwachung
Format	G62
Erläuterung	Der Satzwechsel erfolgt bei Soll-Ist-Differenz = 0. Ein eventueller Restweg des Interpolators wird in den nächsten Satz übernommen, so dass es zu keinem Geschwindigkeitseinbruch kommt.
Hinweise	<p>Zugleich mit G62 wird eine Beschleunigungsüberwachung aktiviert.</p> <p>Mit der Einstellung Q38, Bit 4 (G62 mit Ruckbegrenzung) wird beim Fahren mit der Sin<sup>2</sup>-Rampe auch der Ruck überwacht.</p> <p>Beim OCI (G25/G26) muss Q38, Bit 4 gesetzt sein ! Andernfalls wird die Maximalgeschwindigkeit überschritten.</p> <p>Ist Q38, Bit 4 = 0, dann ist G62 kompatibel zu älteren Software-Versionen der CNC (vor V.06.26/0).</p> <p>Dadurch wird die Bahngeschwindigkeit gegebenenfalls soweit verringert, dass keine der beteiligten Achsen die in Q.024 bis Q.027 eingestellte maximale Beschleunigung bzw. die mit ACC vorgegebenen (und gegebenenfalls reduzierten) Beschleunigungswerte nicht überschreitet.</p> <p>Diese Funktion gilt für alle voreingestellten und programmierten Rampenfunktionen (ACC0100, ACC1100, ACC2100, ACC3100).</p> <p>Dies gilt sowohl für unstetige Konturübergänge (Ecken) als auch bei Übergängen mit RD (zwischen G0 oder G1-Sätzen) und bei kleinen Kreisen (G02/G03/Zwischensätze der SRK) die Geschwindigkeit so weit reduziert, dass die Beschleunigungswerte nicht überschritten werden.</p> <p>Bei angewähltem G62 sollten keine Wartefunktionen (WA, WN, TI) verwendet werden, da in diesem Fall keine Überwachung der Beschleunigung erfolgen kann.</p> <p>Der Satzwechsel wird unabhängig von SPS-Freigaben für M-, H- oder T-Funktionen ausgeführt.</p> <p>Unterprogrammaufrufe und Rücksprünge sind ohne Geschwindigkeitseinbruch möglich.</p> <p>Vorraussetzungen: B%xxx bzw. M17 wurde im letzten Verfahrssatz programmiert. Keine Robotertransformation aktiv.</p> <p>G62 kann durch G60, G61 bzw. G64 abgewählt oder durch G9 satzweise überschrieben werden.</p>





### 3.26 G63 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter

G63	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter als Einzelsatz
Format	G63
Erläuterung	
Hinweise	<p>Voraussetzung für die Funktion von G63 ist eine Spindel mit einem Wegmeßsystem. Die Spindel kann wahlweise als geregelte oder ungeregelte Spindel verfahren werden. Bevor G63 im Satz aufgerufen wird, muss die Steigungsachse über die \$33- Funktion deklariert werden.</p> <p>Vor dem Aufruf des ersten G63-Satz muss die Spindeldrehrichtung und Drehzahl programmiert werden. Der Satzwechsel darf erst erfolgen, wenn die Spindel in der programmierten Richtung dreht (M-Bit Quittierung). Die Spindeldrehrichtung und die Verfahrrichtung bei der Anwahl von G63 entscheiden über Rechts- und Linksgewinde. Danach ist keine Änderung mehr möglich</p> <p>Sollte sich die Spindeldrehrichtung ändern fährt die Achse zum Satzanfangspunkt zurück und bleibt dort stehen.</p> <p>Die Gewindesteigung wird mit einer Hilfskoordinate I, J, K programmiert.</p> <p>Mit einer geregelten Spindel kann anstelle von G63 mit G32 interpolierend Verfahren werden.</p>

Beispiel	#
	N10 G0 \$33 Z0 M00 M03 S500
	N20 G63 Z200 I2 M03
	N30 Z220 M05
	Reversiersatz: Die programmierte Gewindetiefe darf nicht erreicht werden. Der Satzwechsel erfolgt bei Spindelhalt.
	N40 Z20 M04
	N50 Z0 M05 BN20-



#### Verriegelungen bei G63:

Der Override wird auf 100% gesetzt.

Die Stop-Taste ist verriegelt.

Im Einzelsatz wird erst nach dem letzten G63-Satz gestoppt.

Ein Wechsel der Betriebsart wird erst nach dem letzten G63 -Satz ausgeführt.

Bei G63 und NC-Reset wird die Spindel gestoppt, das CNC-Programm abgewählt. Die Getriebekopplung bleibt eingerastet und alle Betriebsarten außer Automatik sind verriegelt. G63 und die Gewindesteigung bleiben selbsthaltend. Die Spindel wird auf M05 S00 gesetzt.

#### Abwahl der G63-Verriegelung:

Ist in einem Fehlerfall ein Rücklaufprogramm nicht möglich, z.B.

Gewindebohrer ist abgebrochen, kann durch Programmieren von G0 oder G1 die G63-Verriegelung aufgehoben werden. Nach dem Abarbeiten von G0 bzw. G1 muss die 'Reset'-Taste betätigt werden.





Nach dem Programmieren von neuen Programmen mit G63 bzw. Programmzyklen mit G77, wird empfohlen ein Programmablauf ohne Werkstück zu fahren.

Kommt am Gewindeumkehrpunkt die Meldung 'Gewindefehler', wird der Programmablauf angehalten. Die Meldung 'Gewindefehler' wird ausgelöst, wenn die Spindel nicht innerhalb der berechneten Strecke anhalten kann.

Die Gewindetiefe muss in diesem Fall im Programm korrigiert werden.

### 3.27 G66 Synchronisation der IPO-Stützpunkte

G66	Synchronisation der IPO-Stützpunkte
Format	G66
Erläuterung	Mit G66 wird die Geschwindigkeit über mehrere Sätze so korrigiert, dass der Satzendpunkt im IPO-Takt erreicht wird. Dadurch können Schwebungen bei Programmschleifen ohne Halt vermieden werden.
Hinweise	G66 sollte nur einmal programmiert werden. Bei einem Halt der Achsen in der Programmschleife ist G66 überflüssig.

### 3.28 G67 Sonderfunktion zum Pendeln

G67	Sonderfunktion zum Pendeln
Format	G67
Erläuterung	Beeinflussung des Umsteuerverhaltens der Pendelachse bzw. der ersten Zustellachse.
Hinweise	<p>G67 ist satzweise wirksam und hat ohne \$40 bis \$44 keinen Effekt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umsteuerverhalten ohne G67</li> </ul> <p>Die Pendelachse bleibt am Umkehrpunkt bis die jeweilige Zustellachse ihren Teilzustellbetrag abgefahren hat und die angewählte Genauhaltbedingung erfüllt ist. Die Zustellung beginnt, wenn die Pendelachse am Umkehrpunkt ist und ihrerseits die Genauhaltbedingung erfüllt.</p> <p>Die gleichen Bedingungen gelten für die erste Zustellachse falls eine zweite Zustellachse programmiert ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Umsteuerverhalten mit G67</li> </ul> <p>Die Pendelachse leitet den Zustellvorgang durch Erreichen des Umkehrpunktes und Erfüllen der angewählten Genauhaltbedingungen ein, kehrt jedoch die Richtung bereits um, bevor die Zustellung beendet ist. Die gleichen Bedingungen gelten für die erste Zustellachse falls eine zweite Zustellachse programmiert ist.</p>

### 3.29 G70 und G71 Umschaltung inch/metrisch

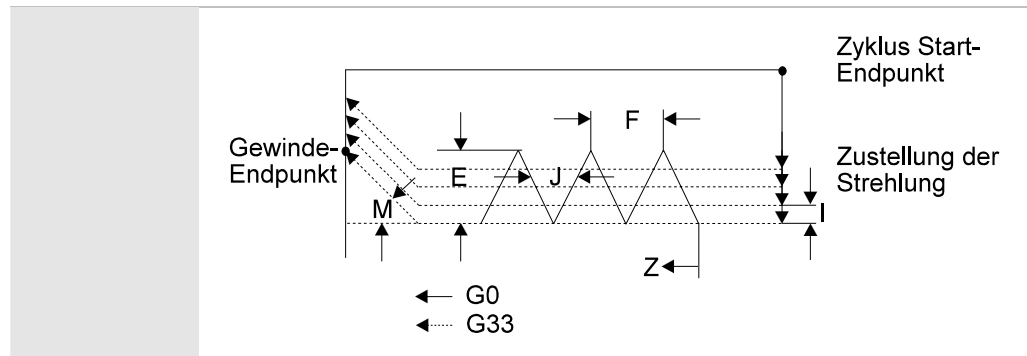
G70	Maßangabe in Inch
Format	G70
G71	Maßangabe in mm
Format	G71
Hinweise	<p>Maßangabenumschaltung bezieht sich nur auf die programmierten Koordinaten.</p> <p>Die Nullpunktverschiebungen und Werkzeugkorrekturen sowie die Systemparameter werden nicht umgerechnet, sondern immer nach der Maschinendateneinstellung interpretiert.</p> <p>Im Monitorbild zur Programmablaufkontrolle erscheinen die Soll- und Istwerte sowie die Soll-Ist-Differenz auch in dem gewählten Maßsystem (Millimeter und Inch).</p> <p>Die Anzeige der Istwerte und Koordinaten erfolgt im jeweils angewählten Maßsystem. Die internen Parameter werden im Fließkommaformat abgelegt, angezeigt werden sie in der IPO-Feinheit, d.h. bei Anwahl von G70 in Inch, bei G71 in mm.</p> <p>Die Umrechnung von F, S kann im Konfigurationsparameter Q25 Bit 4 eingestellt werden.</p>



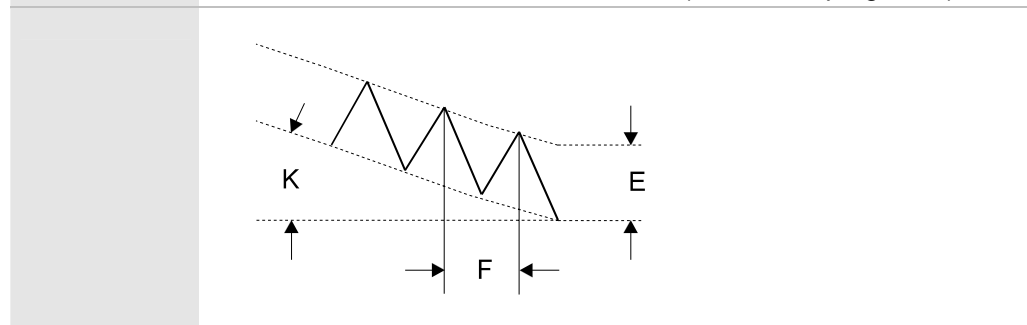
G70 bzw. G71 sind auch bei Steuerung Aus/Ein selbsthaltend.

## 3.30 G76 Gewindeschneiden Zyklus

<b>G76</b>	<b>Gewindeschneiden Zyklus</b>	
<b>Format</b>	G76 Z X Z, X = Achsbuchstaben	
<b>Erläuterung</b>	Gewindeschneiden im Zyklus	
<b>Hinweise</b>	<p>Die Syntax für Gewindezyklus wird in 2 Sätzen programmiert. Hier ein Beispiel für Gewinde in Z-Richtung:  N.. X.. Z.. \$33 Z</p> <p>X und Z legt den Zyklus Start- und Endpunkt (außerhalb des Werkstücks) fest.  \$33 Z legt Steigung in Z Richtung fest</p> <p>N... G76 X.. Z.. F.. E.. H.. [I..] [J..] [K..] [M..]</p> <p style="margin-left: 40px;">X.. Z.. Gewindeendpunkt  F Gewindesteigung  E Gewindetiefe  H Anzahl Strehlungen  I (opt.) Schlichtaufmaß  J (opt.) Flankenwinkel in Grad.  K (opt.) Kegelwinkel in Grad.  M (opt.) Auslaufwinkel in Grad.</p> <p>Parameter I-M optional. Wenn nicht programmiert Defaultwerte:  I = 0.0  J = 0.0  K = 0.0  M = 0.0</p> <p>Außengewinde bei Zyklusstart (X) &gt; Gewindeendpunkt (X)  Innengewinde bei Zyklusstart (X) &lt; Gewindeendpunkt (X)  Aktuelle Wegbedingung bei Zyklusende ist G0  Alle Parameter sind mit R Parametern parametrierbar</p>	
<b>Beispiel</b>	%1	
	N10 T01 M03 S700	(Spindel einschalten mit Drehzahl 700 U/min Werkzeug 1 anwählen)
	N20 \$33 Z	(Z ist die Steigungsachse)
	N30 G0 X38 Z0	(Anfangsposition anfahren)
	N40 G76 X20 Z-50 F2.5 E5 H5 I0.5	(Gewindetiefe 5 mm, 2.5 mm Steigung)
	N70 M17	(Ende Unterprogramm)



Beispiel	konisches Gewinde	
	%1	
	N10 T01 M03 S700	(Spindel einschalten mit Drehzahl 700 U/min Werkzeug 1 anwählen)
	N20 \$33 Z	(Z ist die Steigungsachse)
	N30 G0 X38 Z0	(Anfangsposition anfahren)
	N40 G76 X20 Z-50 F2.5 E5 H5 I0.5 K20	(Gewinde konisch 20Grd)
	N70 M17	(Ende Unterprogramm)



Bei  $J > 0$  gilt::  
 Die Zustellung erfolgt in Richtung des halben Flankenwinkels, so dass ab dem 2. Schnitt immer nur eine Schneide im Eingriff ist.

$$\Delta \text{Zustellung} = \text{AktuelleTiefe} \cdot \tan\left(\frac{J}{2}\right)$$

Die Schnittaufteilung wird nach obiger Formel Volumenkonstant realisiert, so dass möglichst gleichmäßige Schnittkräfte auftreten.  
 Bei Schlichtaufmaß  $I = 0$  (Defaulteinstellung) erfolgt ein Leerschnitt

Schnittaufteilung:

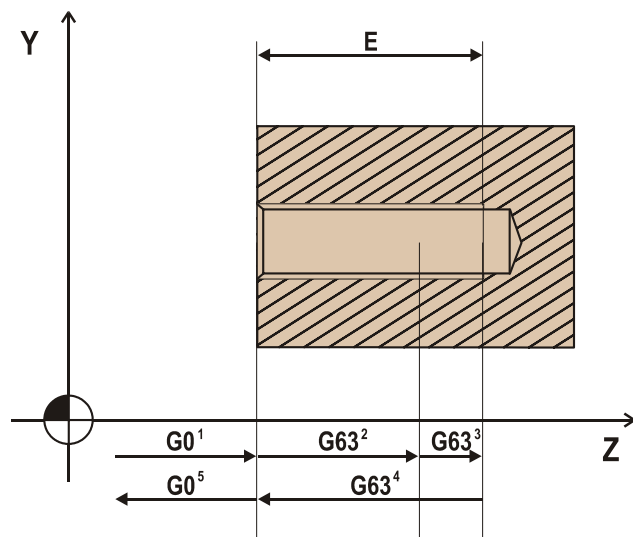
$$\text{AktuelleTiefe} = \frac{E-1}{\sqrt{H-1}} \cdot \sqrt{\text{AktuelleSchnittnummer}}$$

$$= E \text{ bei } (H = 1) \text{ bzw. letzter Schnitt}$$

## 3.31 G77 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter Zyklus

G77	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter Zyklus
Format	siehe unter Hinweise
Erläuterung	Beim G77 wird der komplette G63-Ablauf gesteuert
Hinweise	<p>G77 beinhaltet folgende Arbeitsschritte:</p> <p>Z legt den Zyklus Startpunkt fest (Startpunkt außerhalb Werkstück)</p> <p>G77 Z.. E.. [J..] F.. [S..] [TI..]</p> <p>Z.. Gewindestartpunkt E Gewindetiefe F Gewindesteigung. J (opt.) Anschnittwinkel S (opt.) Rücklaufdrehzahl TI (opt.) Verweilzeit beim Reversieren</p> <p>Aktuelle Wegbedingung bei Zyklusende ist G0. Alle Parameter sind auch mit R Parametern parametrierbar Die Syntax für Gewindezyklus wird in 2 Sätzen programmiert.</p>

Beispiel	
	N10 G0 Z10 M4 S250
	N20 G77 Z13 E25 J0 F2 S200 TI0,5
	N30 G0 Z10
	N40 M5 M17



- 1) Anfahren mit G0 bis auf Beschleunigungsweg vor Gewindeanfang
- 2) Einschalten der G63-Schleppkompensation  
Gewindebohren G63 bis auf Bremsweg Spindel
- 3) Gewindebohren G63 mit abbremsender Spindel  
Satzwechsel bei Spindelstop. Die Gewindetiefe darf nicht erreicht werden. (Fehlermeldung Gewindefehler)
- 4) Rücklauf auf Gewindeanfang mit Rücklaufdrehzahl und
- 5) Abbremsen am Startpunkt



Nach dem Programmieren von neuen Programmen mit G63 bzw. Programmzyklen mit G77, wird empfohlen ein Programmablauf ohne Werkstück zu fahren.

Kommt am Gewindeumkehrpunkt die Meldung 'Gewindefehler', wird der Programmablauf angehalten. Die Meldung 'Gewindefehler' wird ausgelöst, wenn die Spindel nicht innerhalb der berechneten Strecke anhalten kann.

Die Gewindetiefe muss in diesem Fall im Programm korrigiert werden.

## 3.32 G80 bis G89 Bearbeitungszyklen G80 bis G89

G80	Aufheben des Bearbeitungszyklus	
G81	Bearbeitungszyklus 1	(: %99999981)
G82	Bearbeitungszyklus 2	(: %99999982)
G83	Bearbeitungszyklus 3	(: %99999983)
G83	Bearbeitungszyklus 4	(: %99999984)
G85	Bearbeitungszyklus 5	(: %99999985)
G86	Bearbeitungszyklus 6	(: %99999986)
G87	Bearbeitungszyklus 7	(: %99999987)
G88	Bearbeitungszyklus 8	(: %99999988)
G89	Bearbeitungszyklus 9	(: %99999989)
Format	G81	
Erläuterung	Nach der Ausführung jedes Satzes, in dem eine Fahrbewegung programmiert ist, wird ein Bearbeitungszyklus ausgeführt.	
Hinweise	Der Bearbeitungszyklus wird als Unterprogramm unter der entsprechenden Programmnummer (%99999981 - %99999989) programmiert. Der Aufruf der Bearbeitungszyklen ist selbsthaltend, d.h. einmal programmiert, kommt der Bearbeitungszyklus nach jedem Verfahrssatz wieder zur Ausführung, bis er durch Aufruf eines anderen Bearbeitungszyklus überschrieben oder durch Programmierung von G80 aufgehoben wird.	
Beispiel		
	N100 G00 X50 Y50 G81	Aufruf des Bearbeitungszyklus %99999981, Ausführung nach Erreichen der prog. Position.
	N110 X100 Y100	Nach Erreichen der programmierten Position nochmalige Ausführung von %99999981.
	N130 Y120 G80	Aufheben des programmierten Bearbeitungszyklus, %99999981 wird <u>nicht</u> mehr ausgeführt.



### 3.33 G90, G91 Maßangaben absolut / inkremental

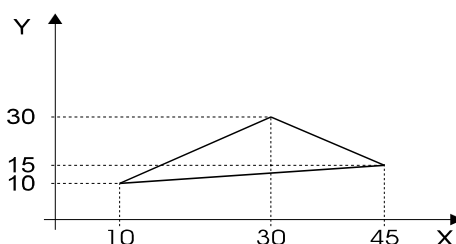
Es können auch achsspezifische Maßangaben durch \$90/\$91 programmiert werden.

G90	absolute Maßangabe
Format	G90
Erläuterung	Alle Maßangaben beziehen sich absolut auf den aktuellen Nullpunkt.
Hinweise	Wenn keine Nullpunktverschiebung aktiv ist, ist dies der durch die Referenzpunktcoordinate festgelegte Nullpunkt. Er kann durch die Nullpunktverschiebung G54 bis G59, G92 oder mit Nullpunktüberlagerungen R10601 bis R10664 verändert werden. G90 ist die Defaulteinstellung Diese Funktion kann auch für einzelne Achsen programmiert werden (siehe \$90)

Beispiel	
	N10 G0 G90 X10 Y10
	N20 G1 X30 Y30 F1000
	N30 X45 Y15
	N40 X10 Y10

G91	inkrementale Maßangabe (Kettenmaß)
Format	G91
Erläuterung	Der programmierte Wert entspricht der zu verfahrenen Strecke.
Hinweise	Die Hilfskoordinaten (I, J, K) zur Kreisprogrammierung werden nicht durch G90/G91 beeinflusst. Es gilt immer die Einstellung im Konfigurationsparameter. Die Programmierung von G91 kann durch das Setzen des Bit 0 im Konfigurationsparameter Q25 unterbunden werden. Diese Funktion kann auch für einzelne Achsen programmiert werden (siehe \$91).

Beispiel	
	N10 G0 G90 X10 Y10
	N20 G1 G91 X20 Y20 F1000
	N30 X15 Y-15
	N40 X-35 Y-5





## 3.34 G92 Bezugspunktverschiebung

G92	Bezugspunktverschiebung	
Format	G92 X Y X,Y beliebige Achsbuchstaben	
Erläuterung	Mit G92 kann der Bezugspunkt für jede Achse einzeln gesetzt werden.	
Hinweise	<p>Im weiteren Ablauf des Programms werden alle programmierten Achskoordinaten bezogen auf die mit G92 gesetzten Koordinaten verfahren.</p> <p>Die Differenz Zwischen Istwert und Bezugspunktverschiebung wird auf R-Parametern eingetragen und kann damit vom NC-Programm gelesen werden. (siehe Rechenparameter Bezugspunktverschiebung R10701 bis R10764)</p> <p>Solange G53 aktiv ist wird eine mit G92 programmierte Bezugspunktverschiebungen nicht wirksam.</p> <p>Mit M30 bzw. RESET werden die Istwertspeicher gelöscht.</p> <p>Die Funktionen G54 bis G59 und G92 werden gleichzeitig ausgeführt.</p>	
Beispiel		
	N10 G00 X100 Y7.5	
	N20 G92 X0 Y100	<p>Die X-Achse steht auf 100 und wird auf Null gesetzt.</p> <p>Die Y-Achse steht auf 7.5 und wird auf 100 gesetzt.</p>



### 3.35 G93, G94, G95 Bewertung des F-Wortes

<b>G93</b>	<b>Vorschub/ in % Eilgang</b>
<b>Format</b>	G93 F
<b>Erläuterung</b>	Die mit dem F-Wort programmierten Vorschübe werden in % Eilgang berechnet.
<b>Hinweise</b>	<p>G93 ist bei allen Interpolationsarten wirksam.</p> <p>Bei G25/G26 (OCI) ist die Berechnung der Eilgangsgeschwindigkeit nur in Verbindung mit der neuen G62-Funktion (Q38, Bit 4) korrekt (ab V.06.26/0).</p> <p>N10 G1 G93 F50 hat die gleiche Funktion wie N10 G0 FTP50 bei der Koordinatentransformation.</p> <p>G93/G94/G95 wählen sich wechselseitig ab. G94 ist die Defaulteinstellung.</p> <p>Beispiel siehe G95</p>

<b>G94</b>	<b>Vorschub/Bahngeschwindigkeit in mm/min</b>
<b>Format</b>	G94 F
<b>Erläuterung</b>	Die mit dem F-Wort programmierten Vorschübe/Bahngeschwindigkeiten werden in mm/min berechnet.
<b>Hinweise</b>	<p>G93/G94/G95 wählen sich wechselseitig ab. G94 ist die Defaulteinstellung.</p> <p>Beispiel siehe G95</p>

<b>G95</b>	<b>Vorschub je Umdrehung der Hauptspindel in mm/U</b>
<b>Format</b>	G95 F
<b>Erläuterung</b>	Die mit dem F-Wort programmierte Bahngeschwindigkeit wird als mm/Umdrehung der Hauptspindel interpretiert. Die resultierende Bahngeschwindigkeit in mm/min ist das Produkt aus der Drehzahl (S) mit dem Vorschub (F).
<b>Hinweise</b>	<p>Diese Vorschubbewertung setzt das Vorhandensein einer Spindel mit Istwertsystem voraus.</p> <p>G93/G94/G95 wählen sich wechselseitig ab. G94 ist die Defaulteinstellung.</p>

<b>Beispiel</b>	
	N10 G1 X10 F500 M3 S1000 (X-Achse fährt mit 500 mm/min, Spindeldrehzahl 1000 Upm.)
	N20 G95 X30 F1.5 (G95 X-Achse fährt mit 1.5 mm je Umdrehung der Spindel. Die resultierende Bahngeschwindigkeit ist 1500 mm/min)
	N30 G94 X40 F500 (G94 Vorschub wieder in mm/min)
	N50 M5 M17

## 3.36 G96, G97 Bewertung des S-Wortes

<b>G96</b>	<b>Konstante Schnittgeschwindigkeit</b>
<b>Format</b>	G96 S
<b>Erläuterung</b>	<p>Das S-Wort wird als Umfangsgeschwindigkeit in m/min interpretiert. Der dem Umfang zugrunde liegende Radius wird aus dem Istwert einer mittels \$34 zu spezifizierenden Achse gebildet. Für diese Achsen kann im Konfigurationsparameter Q.019 ein Radiusoffset eingestellt werden.</p> <p>Der aktuelle Radius ergibt sich aus Istposition – Werkzeugkorrektur – Q.019.</p>
<b>Hinweise</b>	<p>Wenn keine Radiusachse spezifiziert ist, wird der Radius dem Parameter Q.019 der Spindel entnommen.</p> <p>Die Schnittgeschwindigkeit kann auch in m/sec angegeben werden. In diesem Fall ist das Bit 1 des Parameters Q38 zu setzen.</p> <p>Siehe auch Spindeldrehzahl S programmieren.</p>

<b>G97</b>	<b>Spindeldrehzahl in 1/min</b>
<b>Format</b>	G97 S
<b>Erläuterung</b>	Das S-Wort wird als konstante Drehzahl in Umdrehungen/min interpretiert
<b>Hinweise</b>	<p>Die Programmierung einer konstanten Spindeldrehzahl kann durch setzen des Bits 1 im Konfigurationsparameter Q25 verriegelt werden.</p> <p>Siehe auch Spindeldrehzahl S programmieren.</p>



### 3.37 G98, G99 Selbsthaltende Wegbedingungen bei Unterprogrammen

Beim Aufruf eines Unterprogramms sind die selbsthaltenden Wegbedingungen grundsätzlich weiter wirksam. Werden innerhalb des Unterprogramms selbsthaltende Wegbedingungen programmiert, so kann mit G98 und G99 entschieden werden, ob sie beim Rücksprung weiter wirksam bleiben sollen, oder ob die zuvor im Hauptprogramm gültigen Wegbedingungen wieder hergestellt werden.

<b>G98</b>	<b>Übernahme selbsthaltender, im Unterprogramm programmierter Wegbedingungen, bei Rücksprung ins Hauptprogramm</b>
Format	G98
Hinweise	Die im Hauptprogramm aktivierten Wegbedingungen werden nach der Rückkehr vom Unterprogramm nicht wieder hergestellt. Zur besseren Übersicht sollte G98 nur in Hauptprogrammen programmiert werden. G98 ist die Defaulteinstellung.

<b>G99</b>	<b>Keine Übernahme selbsthaltender, im Unterprogramm programmierter Wegbedingungen, bei Rücksprung ins Hauptprogramm</b>
Format	G99
Hinweise	Die im Hauptprogramm aktivierten Wegbedingungen werden nach der Rückkehr vom Unterprogramm wieder hergestellt. Zur besseren Übersicht sollte G99 nur in Hauptprogrammen programmiert werden.

<b>Beispiel</b>	
	N10 G0 X100 G99
	N20 X200
	N30 B%9000                      Unterprogrammnummer.
	N40 X220                      Achse fährt mit G0 und G90
	N50 M30

	#9000	
	N10 G1 G91 X10 F100	Die selbsthaltenden Wegbedingungen G1/G91 sind beim Rücksprung in das Hauptprogramm nicht weiter wirksam.
	N20 M17	

## 4 \$-Funktionen

Die \$-Funktionen sind zusätzlichen Wegbedingungen, zur Erweiterung der Standard Wegbedingungen.

Die zusätzlichen Wegbedingungen sind nach Funktionsgruppen geordnet.

Nur eine Funktion einer Gruppe kann aktiv sein.

In der Regel bleiben die Funktionen aktiv bis sie durch eine andere Funktion der gleichen Gruppe abgewählt werden.

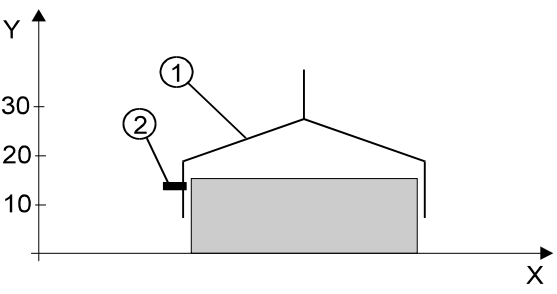
In Einzelfällen ist eine Funktion nur satzweise wirksam (Eigenschaft = S). Einige Funktionen sind Defaulteinstellungen (Eigenschaft = D).

Gruppe	Eigenschaften D = Defaulteinstellung S = satzweise aktiv		Bedeutung
1	S	\$1	Stillsetzen der Achsbewegung
	S	\$53 - \$54	Abbruch der Fahrbewegung
2	S	\$20	Handradfreigabe zur Geschwindigkeitsüberlagerung
	S	\$21	Handradfreigabe zur Wegüberlagerung
3		\$23	Internen Nachführbetrieb einschalten
		\$24	Nachführbetrieb einschalten
		\$25	Nachführbetrieb ausschalten
4		\$26	Unabhängige. Achse mit Einzelschub einschalten
		\$27	Unabhängige. Achse mit Einzelschub ausschalten
		\$28	Unabhängige. Achse in den Satzwechsel einbeziehen
		\$29	Unabhängige. Achse nicht einbeziehen
5		\$31	Synchronlauf einschalten
		\$32	Synchronlauf ausschalten
6		\$33	Angabe d. Steigungsachse für Gewindeschneiden
7		\$34	Angabe der Radiusachse für $v = \text{konstant}$
8		\$37	Bahnlängenberechnung
		\$38	Schleppachse. im IPO-Zusammenhang einschalten
		\$39	Schleppachse. im IPO-Zusammenhang ausschalten
9		\$40	Pendeln ausschalten
		\$41	Pendeln mit kontinuierlicher Zust. einschalten
		\$42	Pendeln mit beidseitiger Zust. einschalten
		\$43	Pendeln mit Zustellung rechts einschalten
		\$44	Pendeln mit Zustellung links einschalten
10		\$47	Alternative Bearbeitungsebene
11		\$48	Systemachse zurückgeben
12		\$90	Maßangabe absolut
		\$91	Maßangabe inkremental



### 4.1 \$1 Stillsetzen der Achsbewegung ohne Rampe

\$1	Stillsetzen der Achsbewegung ohne Rampe
Format	\$1 X F = Vorschub, X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Die Achsbewegung wird abgebrochen, wenn das dafür vorgesehene SPS-Signal aktiv ist. Zuordnung zum SPS-Signal: <i>cncMem.axSect[n].FlgP2N.bAxStop</i> (n=Achsnummer)
Hinweise	<p>Der Abbruch der Verfahrbewegung erfolgt im Interpolationstakt unmittelbar ohne Geschwindigkeitsführung über die Rampe. Der Schleppabstand wird abgebaut.</p> <p>Steht die Achse im Interpolationszusammenhang mit anderen Achsen, wird die Interpolation für alle Achsen abgebrochen. Die dem Eingangssignal zugeordnete NC-Achse muss unmittelbar nach der Wegbedingung programmiert sein (\$1 X...).</p> <p>Der Koordinatenwert der NC-Achse gibt den maximal zulässigen Verfahrweg an. Wird das SPS-Signal während des programmierten Weges nicht wirksam, erfolgt der Satzwechsel nach Erreichen des programmierten Koordinatenwertes.</p> <p>Bei dieser Funktion wird ein implizites G39 ausgeführt.</p> <p>Stillsetzen einer Achsbewegung durch Interrupt siehe \$53 und \$54.</p>

Beispiel	
	N100 G0 Y20
	N110 G1 \$1 Y5 F500
	N120 E1 = 0 BN ... (kein Teil vorhanden)
	N130 SE ... (Greifer schließen)
	N140 G0 Y100
	 <p>1 Greifer, 2 Abstandssensor</p>

#### 4.2 \$20 Handradfreigabe zur Geschwindigkeitsüberlagerung

<b>\$20</b>	<b>Handradfreigabe zur Geschwindigkeitsüberlagerung</b>
<b>Format</b>	\$20 X X = beliebiger Achsbuchstabe
<b>Erläuterung</b>	Die Geschwindigkeit der angegebenen Achsen kann mit einem Handrad manipuliert werden. Die Überlagerung wird zur programmierten Geschwindigkeit addiert.
<b>Hinweise</b>	Handradimpulse können in der Koppelspeichervariablen <i>cncMem.axSect[n].wrdP2N.IValHdWhl</i> gespeichert werden. Die Bewertung der Impulse kann in <i>cncMem.axSect[n].wrdP2N.fRateHdWhl</i> gespeichert werden.

#### 4.3 \$21 Handradfreigabe zur Wegüberlagerung

<b>\$21</b>	<b>Handradfreigabe zur Wegüberlagerung</b>
<b>Format</b>	\$21 X X = beliebiger Achsbuchstabe
<b>Erläuterung</b>	Der programmierte Endpunkt der angegebenen Achsen kann mit einem Handrad manipuliert werden. Die Überlagerung wird sowohl zur Endkoordinate als auch zur programmierten Geschwindigkeit addiert.
<b>Hinweise</b>	Handradimpulse können in der Koppelspeichervariablen <i>cncMem.axSect[n].wrdP2N.IValHdWhl</i> gespeichert werden. Die Bewertung der Impulse kann in <i>cncMem.axSect[n].wrdP2N.fRateHdWhl</i> gespeichert werden.

#### 4.4 \$23 Interner Nachführbetrieb ein

<b>\$23</b>	<b>Interner Nachführbetrieb ein</b>
<b>Format</b>	\$23 X X = beliebiger Achsbuchstabe
<b>Erläuterung</b>	Die angegebenen Achsen gehen in den internen Nachführbetrieb. Die Achsen bleiben in der Lagereglung und können z.B. über den Tabelleninterpolator (TIPO PSO4) oder über die SPS-Positionsüberlagerung verfahren werden. Die CNC folgt in der Anzeige der Achsposition. Solange \$23 aktiv ist, darf für diese Achse keine Sollposition programmiert werden.
<b>Hinweise</b>	Diese Funktion ist unabhängig vom Anwählen des Tabelleninterpolators. Es kann also zunächst die Achse ohne \$23 mit dem TIPO oder der SPS überlagert verfahren werden. Mit \$23 (oder wie bisher mit \$24) muss dann vor der Abwahl des TIPOs die zuvor entstandene Positionsdivergenz zurückgerechnet werden. Die Abwahl von \$23 erfolgt mit \$25



### 4.5 \$24 Nachführbetrieb ein

\$24	Nachführbetrieb ein
Format	\$24 X X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Die angegebene Achse geht in den Nachführbetrieb. Der Nachführbetrieb wird benutzt, um die Lageregelung zeitweilig, programmgesteuert zu unterbrechen. Dies ist immer dann erforderlich, wenn die Achse mechanisch geklemmt wird oder durch externe Einflüsse verschoben wird, z.B. durch Auswerfer an Kunststoffspritzmaschinen bei der Teileentnahme.
Hinweise	Der Lageregelkreis wird geöffnet, das Relais "Reglerfreigabe" fällt ab, alle Inkremente des Istwertsystems werden erfasst und in die Sollposition übernommen. Solange \$24 aktiv ist, darf für diese Achse keine Sollposition programmiert werden.
Beispiel	siehe \$25



## 4.6 \$25 Nachführbetrieb ausschalten

<b>\$25</b>	<b>Nachführbetrieb ausschalten</b>	
<b>Format</b>	\$25 X X = beliebiger Achsbuchstabe	
<b>Erläuterung</b>	Aufhebung des programmierten Nachführbetriebs für eine Achse.	
<b>Hinweise</b>	Bei dieser Funktion wird ein implizites G39 ausgeführt.	
<b>Beispiel</b>	Die X-Achse wird durch externen Auswerfer verschoben und muss deshalb aus der Lageregelung genommen werden.	
	N100 G0 X100	Greifer zum Teil
	N110 \$24 X	Nachführbetrieb ein
	N120 SE1	Auswerfer vor (Auftrag an SPS)
	N130 WN1	Auswerfer ist zurück (Quittung von SPS)
	N140 G0 \$25 X50	Nachführbetrieb aus, Greifer mit Teil zurück

## 4.7 \$26 Achsen aus dem Interpolationszusammenhang ausschließen

<b>\$26</b>	<b>Achsen aus dem Interpolationszusammenhang ausschließen</b>	
<b>Format</b>	\$26 X FX FX = Vorschub, X = beliebiger Achsbuchstabe	
<b>Erläuterung</b>	Mit diesen \$-Funktionen können einzelne Achsen aus dem Interpolationszusammenhang und aus den Satzwechselkriterium (\$29) heraus genommen werden. Sie werden zu "unabhängigen" Achsen.	
<b>Hinweise</b>	<p>Die angewählten Achsen werden, unabhängig vom Bahnvorschub F, mit dem achsspezifischen Vorschub Fx in mm/min gefahren.</p> <p>Unabhängige Rundachsen werden mit dem Vorschub F"Achsname" in °/min gefahren.</p> <p>Der Satzwechsel erfolgt, wenn alle Achsen des NC-Teilsystems die gültige Genauhaltbedingung erfüllen.</p> <p>Unabhängige Achsen erreichen in der Regel nicht gleichzeitig ihren programmierten Endpunkt.</p> <p>Satzwechsel ohne Geschwindigkeitseinbruch mit G64 sollte für unabhängige Achsen nicht verwendet werden.</p>	
<b>Beispiel</b>	X und Y interpolieren auf einer Geraden, Z ist unabhängig.	
	N10 G1 X100 Y100 F500 \$26 Z500 FZ1000	
	siehe auch \$29	



Wird \$26 und \$29 zusammen verwendet und ändert sich in einem der folgenden Sätze die G-Bedingung für den Vorschub z.B. von G1 auf G0 während die unabhängige Achse noch fährt, gilt G0 für alle Achsen im System. Der Vorschub der unabhängigen Achse wird auf die achsspezifische G0 Eilgangsgeschwindigkeit wechseln.

### 4.8 \$27 Unabhängige Achsen in den Interpolationszusammenhang einbeziehen

<b>\$27</b>	<b>Unabhängige Achsen in den Interpolationszusammenhang einbeziehen</b>
Format	\$27 X X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Die unabhängige Achse wird wieder in die Interpolation und den Satzwechsel einbezogen. \$27 hebt die Funktion \$26 auf.
Hinweise	Ist \$29 aktiv muss im vorherigen NC-Satz \$28 gesetzt werden.
Beispiel	siehe \$29

### 4.9 \$28 Unabhängige Achse in den Satzwechsel einbeziehen

<b>\$28</b>	<b>Unabhängige Achse in den Satzwechsel einbeziehen</b>
Format	\$28 X X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Die unabhängige Achse wird wieder in den Satzwechsel einbezogen, nicht jedoch in den Interpolationszusammenhang.
Hinweise	Der Satzwechsel erfolgt, wenn die interpolierenden Achsen <u>und</u> die unabhängigen Achsen ihre Genauhaltbedingung erfüllt haben. Dieses Wort ist die Defaulteinstellung bzw. hebt die Funktion des Wortes \$29 auf.
Beispiel	siehe \$29

## 4.10 \$29 Unabhängige Achse nicht in den Satzwechsel einbeziehen

<b>\$29</b>	<b>Unabhängige Achse nicht in den Satzwechsel einbeziehen</b>
<b>Format</b>	\$29 X X = beliebiger Achsbuchstabe
<b>Erläuterung</b>	
<b>Hinweise</b>	<p>Der Satzwechsel erfolgt, wenn die interpolierenden Achsen ihre Genauhaltbedingung erreicht haben, unabhängig von der Position der unabhängigen Achse.</p> <p>Wenn die unabhängige Achse ihre Endkoordinaten noch nicht erreicht haben, wird die Bewegung der unabhängigen Achse im nächsten Satz fortgesetzt.</p> <p>Mit Programmende M17 oder M30, wird auch die unabhängige Achse gestoppt, unabhängig von ihrer Position.</p>

<b>Beispiel</b>	
	N100 G1 X100 Y100 Z100 F1000
	N110 G1 X120 Y80 F500 \$26 Z200 FZ50 \$29 Z
	Die Z-Achse ist aus der Interpolation (\$26) und aus der Satzwechselbedingung (\$29) herausgenommen.
	N120 X140 Y60
	Z-Achse fährt unabhängig von den hier programmierten Achsen.
	N130 X160 Y40
	N140 \$28 Z
	Z-Achse wieder in den Satzwechsel einbeziehen (\$28). Wenn die Z-Achse ihre Zielposition erreicht hat, erfolgt der Satzwechsel.
	N150 G1 X100 Y100 \$27 Z100 F1000
	Ab diesem Satz die Z-Achse wieder in die Interpolation einbeziehen (\$27).
	N160 X50 Y120 Z90
	Für die Z-Achse erfolgt wieder Bahninterpolation.



Wird \$26 und \$29 zusammen verwendet und ändert sich in einem der folgenden Sätze die G-Bedingung für den Vorschub z.B. von G1 auf G0 während die unabhängige Achse noch fährt, gilt G0 für alle Achsen im System. Der Vorschub der unabhängigen Achse wird auf die achsspezifische G0 Eilganggeschwindigkeit wechseln.



Die Funktion \$29 kann nur nach \$26 aufgerufen werden. Die Rücknahme mit \$28 muss mindestens einen Satz vor \$27 erfolgen.



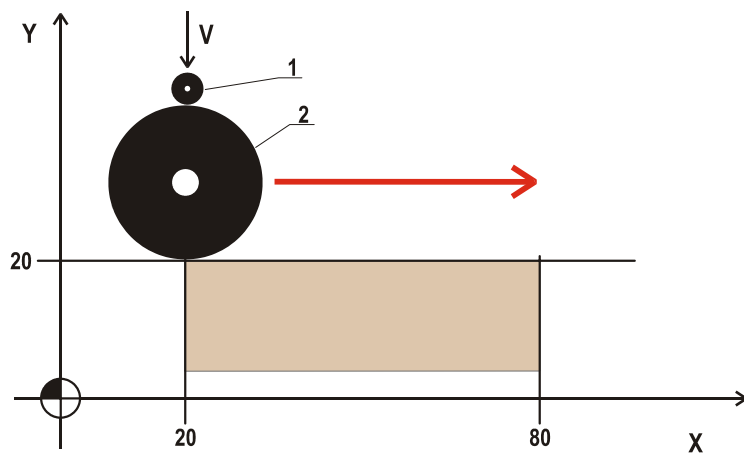
### 4.11 \$31 Synchronlauf einschalten

\$31	Synchronlauf einschalten
Format	<p>\$31 X Y</p> <p>X, Y = beliebige Achsbuchstaben</p>
Erläuterung	Der Synchronlauf ermöglicht einen zeitweisen programmierten Synchronlauf mehrerer Achsen.
Hinweise	<p>Hierbei ist jeweils die nach \$31 zuerst angegebene Achse die Leitachse und alle nachfolgend angegebenen Achsen sind die mitgeführten Achsen. Der Verfahrensweg der zuerst angegebenen Achse wird auch für die nachfolgend angegebenen Achsen wirksam. Ist für die mitgeführten Achsen ein Verfahrensweg programmiert, dann wird zu ihrem programmierten Verfahrensweg der Verfahrensweg der Leitachse addiert.</p> <p>Es erfolgt keine Überprüfung, ob die erforderliche Geschwindigkeit von den mitgeführten Achsen erreicht werden kann.</p> <p>Die durch die Leitachse verfahrenene Strecke erscheint bei den mitgeführten Achsen nicht in der Istwertanzeige, sondern wird als interne Nullpunktverschiebung abgelegt. Der angezeigte Istwert einer mitgeführten Achse enthält nur die Istposition der in dieser Achse programmierten Strecke.</p> <p>Die Abwahl der Funktion erfolgt durch \$32, M30 oder Reset. Mit M30 oder Reset wird der Inhalt der internen Nullpunktverschiebung gelöscht, die absolute Istposition wird angezeigt.</p> <p>Ist in Q37 Bit 1=1 eingestellt, wird mit \$32 der Inhalt der internen Nullpunktverschiebung gelöscht (die Istwertanzeige verändert sich). In diesem Fall wird automatisch G39 ausgeführt.</p>
Beispiel	siehe \$32

## 4.12 \$32 Synchronlauf ausschalten

<b>\$32</b>	<b>Synchronlauf ausschalten</b>
Format	\$32
Erläuterung	Mit dieser Funktion wird \$31 aufgehoben.
Hinweise	Ist in Q37 Bit 1=1 eingestellt, wird mit \$32 der Inhalt der internen Nullpunktverschiebung gelöscht (die Istwertanzeige verändert sich). In diesem Fall führt die Steuerung ein automatisches G39 aus.

<b>Beispiel</b>	<b>Kontinuierliches Abrichten einer Schleifscheibe</b>	
	N100 G0 X20 Y10	Schleifscheibe positionieren
	N110 VR1000	Abrichtrolle positionieren
	N120 \$31 VY	V überlagert Y
	N130 \$26 VR1001 FR102 \$29 V	Abrichten einschalten, V = unabhängige Achse
	N140 X70 F100	Schleifen
	...	
	N210 G91 \$32 V1	Abrichtrolle abheben
	N220 G90 \$28 V	V-Achse in Position
	N230 \$27 V	V-Achse in Interpolation



1 Abrichtrolle 2 Schleifscheibe



### 4.13 \$33 Auswahl der Leitachse für das Gewindeschneiden

<b>\$33</b>	
Format	\$33 Z Z = Achsbuchstabe
Erläuterung	Angabe der Leitachse (Steigungsachse) beim Gewindeschneiden – bohren mit G33, G63.
Hinweise	\$33 ist selbsthaltend und nur bei Änderung der Steigungsachse erneut zu programmieren.
Beispiel	siehe G33, G63,

### 4.14 \$34 Radiusachse auswählen

<b>\$34</b>	<b>Radiusachse Auswählen für G96</b>
Format	\$34 X X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Die Istposition der ausgewählten Achse geht als Radius in die Berechnung der Umfangsgeschwindigkeit der Hauptspindel ein.
Hinweise	<p>In Q.019 der mit \$34ausgewählten Achse kann ein zusätzlicher Offset eingetragen werden. Das Vorzeichen von Q.019 (OFFSET RADIUS) wird bei der Berechnung der konstanten Schnittgeschwindigkeit berücksichtigt. Die Drehzahl der Spindel wird auf die eingestellte maximal Drehzahl der Spindel begrenzt.</p> <p>Wird keine Radiusachse mit \$34 ausgewählt, so wird Q.019 der Spindelachse als Radius interpretiert. Bei Q.019 = 0 wird keine Drehzahl ausgegeben. Q.019 kann jederzeit vom SPS-Programm oder, wenn freigegeben, durch das CNC-Programm verändert werden.</p> <p>Der zur Berechnung ermittelte Radius bildet sich aus: Radius = Istposition – Werkzeugkorrektur – Q.019.</p>

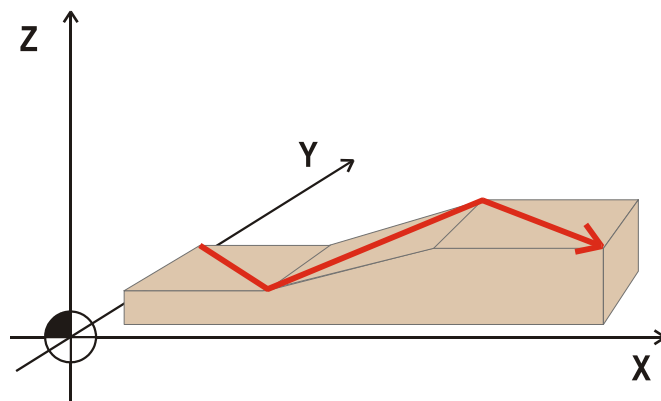
### 4.15 \$37 Variante zur Bahnlängenberechnung

<b>\$37</b>	
Format	\$37
Erläuterung	Mit \$37 (alternativ zu \$38, \$39 und kombinierbar) erfolgt die Bahnlängenberechnung nach dem Leitachsprinzip. Der programmierte Vorschub bezieht sich auf die Achse mit der größten Weglänge ( * 1000 / Q1079). Standardmäßig (\$39) ist die Bahnlänge der quadratische Mittelwert der beteiligten Achsen.
Hinweise	siehe auch \$38 und \$39

#### 4.16 \$38 und \$39 Achsauswahl für die Bahngeschwindigkeitsberechnung

\$38	Achsen aus der Bahngeschwindigkeitsberechnung ausschließen
\$39	Achsen in die Bahngeschwindigkeitsberechnung einbeziehen
Format	\$38 X \$39 X X = ein beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Mit diesen Funktionen können einzelne Achsen für die Bahngeschwindigkeitsberechnung ausgewählt werden.
Hinweise	<p>Die betroffenen Achsen werden im Interpolationszusammenhang mitgeführt. Es erfolgt keine Überprüfung, ob die mitgeführten Achsen die erforderliche Geschwindigkeit erreichen können.</p> <p>Diese Funktionen wirkt nicht auf Achsen, die an einer Kreisinterpolation mit G2/G3 oder G12/G13 beteiligt sind.</p> <p>Im Falle einer Helixinterpolation kann die dritte Achse mit \$38 aus der Geschwindigkeitsberechnung herausgenommen werden. Die Bahngeschwindigkeit wirkt dann nicht auf die Raumbahn sondern auf die ebene Kreisbahn (Projektion).</p>

Beispiel	
	N100 G0 X10 Y40 Z10      Startposition
	N110 G1 X40 Y10 F100
	N120 X60 Y40 \$38 Z25      Achse Z ausschließen
	N130 X100 Y10
	N150 G0 \$39 Z30 X0 Y0      Achse Z einbeziehen





### 4.17 \$40 Pendeln ausschalten

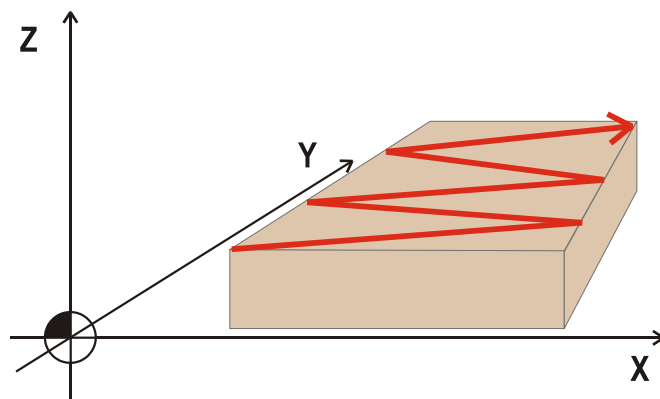
\$40	Pendeln ausschalten mit Ausfeuerhüben	
Format	\$40 X \$40 Xn  Xn = Achsbuchstabe mit Angabe der Ausfeuerhübe	
Erläuterung	Das Pendeln wird abgeschaltet, es ist möglich für eine Pendelachse die Anzahl der Ausfeuerhübe anzugeben.	
Hinweise	Nach Erreichen der Endkoordinate wird bis zum nächsten Umkehrpunkt gefahren. Von dieser Position aus wird die Anzahl der Ausfeuerhübe abgefahren. Ein Ausfeuerhub ist einmal die Strecke zwischen den Pendelumkehrpunkten. Bei \$40 führt die Steuerung ein automatisches G39 ein.	
Beispiel		
	N10 \$40 X5	Achse X führt 5 Ausfeuerhübe aus



#### 4.18 \$41 Pendeln mit kontinuierlicher Zustellung

<b>\$41</b>	<b>Pendeln mit kontinuierlicher Zustellung einer Achse</b>
<b>Format</b>	\$41 X Y X, Y = beliebige Achsbuchstaben
<b>Erläuterung</b>	Die Pendelachse pendelt zwischen der Startposition (das ist die Position, an der sich die Achse beim Aufruf der Pendelfunktion befindet) und der im Pendelsatz programmierten Koordinate. Die Zustellung erfolgt kontinuierlich, mit Bahnvorschub.
<b>Hinweise</b>	Die Pendelachse ist immer die erste nach dem \$-Wort programmierten Achse. Die Vorschubgeschwindigkeit der Pendelachse wird mit F"Achsname" programmiert. Die Zustellachse ist die zweite programmierte Achse. Programmiert wird die Zielkoordinate. Mit Anwahl der Pendelfunktion wird die Pendelachse automatisch zur unabhängigen Achse (entsprechend \$26). Mit der Abwahl der Pendelfunktion wird sie wieder im Interpolationszusammenhang verfahren. Mit G67 kann das Umsteuerverhalten der Pendelachse gesteuert werden.

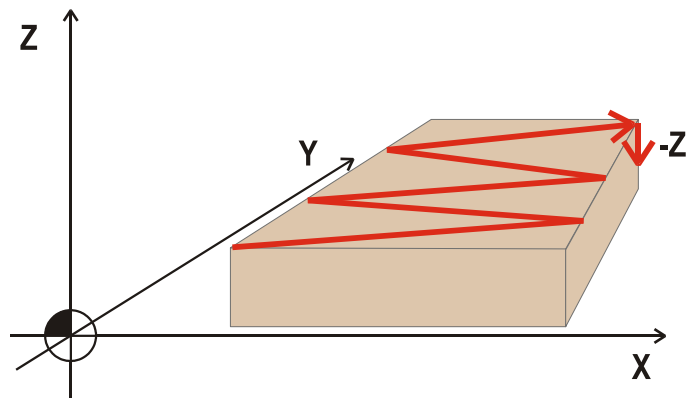
<b>Beispiel</b>	
	N100 G0 X0 Y100
	N110 G1 \$41 X200 Y95 FX1000 FY5 Pendeln ein
	N120 \$40 X3 Pendeln aus mit 3 Ausfeuerhüben
	N130 G0 Y150



<b>\$41</b>	<b>Pendeln mit kontinuierlicher Zustellung einer Achse und zwei Zustellachsen</b>
<b>Format</b>	\$41 X Y Z R1001 R2 X, Y, Z = Achsbuchstaben R1001, R2 = Rechenparameteradressen
<b>Erläuterung</b>	Das Pendeln mit einer Zustellachse wird durch eine weitere Zustellachse ergänzt. Hiermit ergibt sich die Möglichkeit, Flächen zu bearbeiten, die breiter sind, als die Schleifscheibe breit ist.
<b>Hinweise</b>	Die Pendelbewegung in X ist wie gehabt. In Y wird kontinuierlich

	<p>zugestellt, bis die programmierte Koordinate erreicht ist. Jetzt wird Z abhängig von R2 um den Inhalt von R1001 zugestellt. Y kehrt um und fährt den gegenüberliegenden Umkehrpunkt an (usw.).</p> <p>Der Satzwechsel erfolgt, wenn in Z das Endmaß erreicht und die gültige Genauigkeitsbedingung erfüllt ist.</p>
--	--

Beispiel	
	N100 G0 Y0 Z100 R1001:= 0.5 R2:= 1
	N110 G1 \$41 X200 Y50 Z95 R1001 R2 FX1000 FY10 FZ500
	N120 \$40 X3 Y0
	N130 G0 Z150

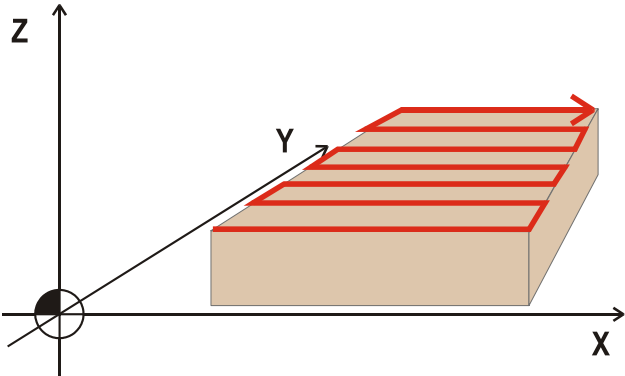


Satz N110:	G1	Geraden-Interpolation
	\$41	Anwahl der Pendelfunktion mit kontinuierlicher Zustellung.
	X	ist die Pendelachse. Die programmierte Position ist der 1. Umkehrpunkt. Der 2. Umkehrpunkt ergibt sich aus der Position von X am Beginn des Pendelns.
	Y	ist die 1. Zustellachse. Die programmierte Koordinate ist der Umkehrpunkt. Die Zustellung in Y erfolgt kontinuierlich.
	Z	ist die 2. Zustellachse. Die programmierte Koordinate ist das Endmaß. Die Zustellung in Z erfolgt am Umkehrpunkt von Y abhängig von R2.
	R1001	enthält den Teilzustellbetrag für Z
	R2	steuert die Zustellung in Z: R2 =0 Zustellung am vorderen (kleineren) Umkehrpunkt von Y. R2 =1 Zustellung an beiden Umkehrpunkten von Y. R2 =2 Zustellung am hinteren (größeren) Umkehrpunkt von Y.
	FX	ist der Vorschub der Pendelachse
	FY	ist der Vorschub der 1. Zustellachse
	FZ	ist der Vorschub der 2. Zustellachse.

4.19 \$42 Pendeln mit Zustellung an beiden Umkehrpunkten

\$42	Pendeln mit Zustellung einer Achse an beiden Umkehrpunkten
Format	\$42 X Y R X, Y = beliebige Achsbuchstaben R = Rechenparameter
Erläuterung	Wie \$41 jedoch erfolgt die Zustellung an den entsprechenden Umkehrpunkten. Die jeweilige Teilzustellung wird im Rechenparameter programmiert.
Hinweise	Eine Umsteuerverweilzeit ist mit TI im Pendelsatz programmierbar. Die Umsteuerverweilzeit läuft, sobald die Zustellung erfolgt ist. Die Pendelachse verharrt im Umkehrpunkt, bis die Verweilzeit abgelaufen ist.  Mit G67 kann das Umsteuerverhalten der Pendelachse gesteuert werden.

Beispiel	
	N100 G0 X0 Y100 R1001 := 0,5
	N110 G1 \$42 X200 Y95 R1001 FX1000 FY500
	N120 \$40 X3
	N130 G0 Y150



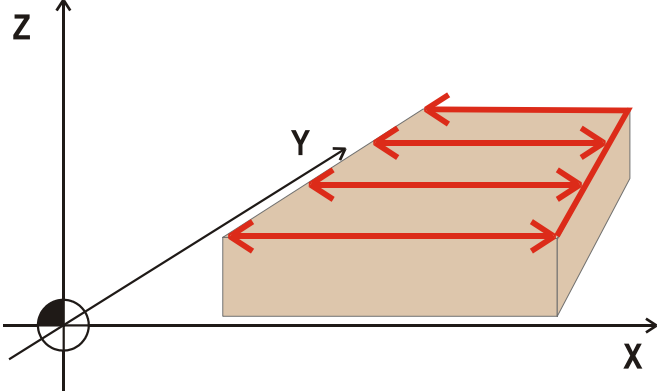


\$42	Pendeln mit Zustellung an beiden Umkehrpunkten und zweiter Zustellachse
Format	\$42 X Y Z R1001, R1002, R3 X, Y, Z = beliebige Achsbuchstaben R1001, R1002, R3 = Rechenparameteradressen
Erläuterung	Das Pendeln mit einer Zustellachse wird durch eine weitere Zustellachse ergänzt.

Beispiel	
	N100 G0 X0 Y0 Z100 R1001:= 10 R1002:= 0.5 R3:= 1
	N110 G1 \$42 X200 Y50 Z95 R1001 R1002 R3 FX1000 FY500 FZ500
	N120 \$40 X3 Y0
	N130 G0 Z150
Satz N110:	<p>G1 Geraden-Interpolation</p> <p>\$41 Anwahl der Pendelfunktion mit kontinuierlicher Zustellung.</p> <p>X ist die Pendelachse. Die programmierte Position ist der 1. Umkehrpunkt. Der 2. Umkehrpunkt ergibt sich aus der Position von X am Beginn des Pendelns.</p> <p>Y ist die 1. Zustellachse. Die programmierte Koordinate ist der Umkehrpunkt. Die Zustellung in Y erfolgt kontinuierlich.</p> <p>Z ist die 2. Zustellachse. Die programmierte Koordinate ist das Endmaß. Die Zustellung in Z erfolgt am Umkehrpunkt von Y abhängig von R2.</p> <p>R1001 enthält den Teilzustellbetrag für Y</p> <p>R1002 enthält den Teilzustellbetrag für Z</p> <p>R3 steuert die Zustellung in Z: R3 =0 Zustellung am vorderen (kleineren) Umkehrpunkt von Y. R3 =1 Zustellung an beiden Umkehrpunkten von Y. R3 =2 Zustellung am hinteren (größeren) Umkehrpunkt von Y.</p> <p>FX ist der Vorschub der Pendelachse</p> <p>FY ist der Vorschub der 1. Zustellachse</p> <p>FZ ist der Vorschub der 2. Zustellachse.</p>

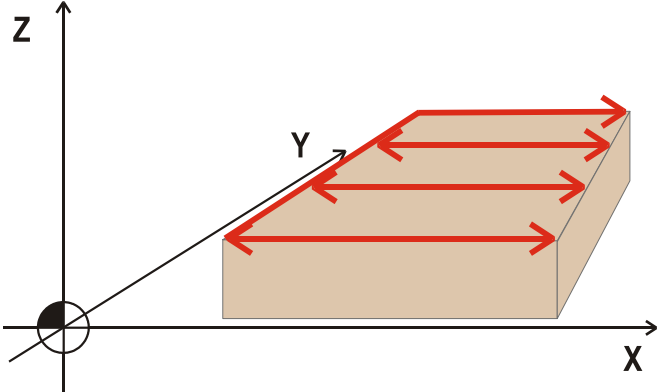
4.20 \$43 Pendeln mit Zustellung nur am rechten Umkehrpunkt

\$43	Pendeln mit Zustellung nur am rechten Umkehrpunkt
Format	\$43 X Y R X, Y = beliebige Achsbuchstaben R = Rechenparameter
Erläuterung	Funktion und Beispiel wie bei \$42.
Hinweise	Wie bei \$42 kann eine zweite Zustellachse verwendet werden. Eine Umsteuerverweilzeit ist mit TI im Pendelsatz programmierbar. Die Umsteuerverweilzeit läuft, sobald die Zustellung erfolgt ist. Die Pendelachse verharrt im Umkehrpunkt, bis die Verweilzeit abgelaufen ist.

Beispiel	
	

### 4.21 \$44 Pendeln mit Zustellung nur am linken Umkehrpunkt

<b>\$44</b>	<b>Pendeln mit Zustellung nur am linken Umkehrpunkt</b>
<b>Format</b>	\$44 X Y R X, Y = beliebige Achsbuchstaben R = Rechenparameter
<b>Erläuterung</b>	Funktion und Beispiel wie bei \$42.
<b>Hinweise</b>	Wie bei \$42 kann eine zweite Zustellachse verwendet werden. Eine Umsteuerverweilzeit ist mit TI im Pendelsatz programmierbar. Die Umsteuerverweilzeit läuft, sobald die Zustellung erfolgt ist. Die Pendelachse verharrt im Umkehrpunkt, bis die Verweilzeit abgelaufen ist. Mit G67 kann das Umsteuerverhalten der Pendelachse gesteuert werden.

<b>Beispiel</b>	
	

### 4.22 \$47 Definition der Bearbeitungsebene

<b>\$47</b>	<b>Bearbeitungsebene definieren</b>
<b>Format</b>	\$47 U V U, V = beliebige Achsbuchstaben
<b>Erläuterung</b>	Die Bearbeitungsebenen werden durch je zwei Achsen definiert, die im Konfigurationsparameter Q.054 als Achsen parallel zu X, Y oder Z gekennzeichnet sind. Sind in einem Teilsystem mehrere Achsen parallel zu der selben Raumkoordinate definiert, so können die Achsen für die aktuelle Bearbeitungsebene mit \$47 ausgewählt werden.
<b>Hinweise</b>	Die Bearbeitungsebene wird mit G17, G18 oder G19 angewählt. Mit \$47 werden die Achsen, die diese Ebene aufspannen, ausgewählt, wenn deren Zuordnung im Parameter Q.054 nicht eindeutig ist.

## 4.23 \$48 Achse für Teilsystemwechsel freigeben

<b>\$48</b>	<b>Achse freigeben</b>
<b>Format</b>	<b>\$48 X</b> X = ein beliebiger Achsbuchstabe
<b>Erläuterung</b>	<p>Ist die Steuerung für die Bearbeitung mehrerer Teilsystems konfiguriert, so muss jede Achse einem der Teilsysteme zugeordnet werden. Für jedes der Teilsysteme kann dann ein NC-Programm gestartet werden. Diese NC-Programme können dann parallel ablaufen.</p> <p>Es kann nun erforderlich sein eine der Achsen in mehreren Teilsystemen zu programmieren (Beispiel: Mehrspindeldrehmaschinen). In diesem Fall kann eine Achse von einem Teilsystem "ausgeliehen" werden indem einem beliebigen Achsbuchstaben die Nummer der Achse zugewiesen wird. Siehe auch: Ausleihen von Achsen zwischen den NC-Teilsystemen. Wird diese Achse dann in diesem Teilsystem nicht mehr benötigt, muss sie wieder freigegeben werden, um Verklemmungssituationen zu vermeiden.</p> <p>Das ausleihende System gibt mit dieser Funktion die "ausgeliehene" Achse an das ursprüngliche System zurück.</p>
<b>Hinweise</b>	<p>Achsen werden von anderen Systemen ausgeliehen, indem X:=Achsennummer programmiert wird (X = ein beliebiger Achsbuchstabe, der nicht für eine andere Achse benutzt wird).</p> <p>Um eine gewisse Bearbeitungsreihenfolge sicherzustellen stehen die M-Funktionen M90 bis M99 zur Verfügung.</p>

Im Beispiel ist die dritte Achse der Steuerung dem Teilsystem #1 zugeordnet. Das NC-Programm läuft im Teilsystem #2, wo der Achsbuchstabe U nicht weiter verwendet wird.

<b>Beispiel</b>	<b>#2</b>	
	N20 U:=3	3. Achse der Adresse U zuweisen
	N30 G1 U100 Y20 F50	und im Interpolationszusammenhang mit Y verfahren
	N30 Y60 \$48 U	Achse U wird freigegeben



### 4.24 \$53 - \$54 Abbruch der Fahrbewegung

<b>\$53</b>	<b>Abbruch der Fahrbewegung mit Kompensation des Schleppabstandes</b>
Format	\$53 X X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	Stillsetzen der Achsbewegung durch Interruptsignal.
Hinweise	Mit aktivem Interruptsignal wird die Achsbewegung sofort abgebrochen und der Satzwechsel ausgeführt. Die aktuelle Position der Achsen beim Satzwechsel entspricht derjenigen zum Zeitpunkt des Interrupts. Die Funktion ist satzweise wirksam. Siehe auch \$54.

<b>\$54</b>	<b>Restweg löschen durch Interruptsignal</b>
Format	\$54X I X = beliebiger Achsbuchstabe, I = Restwegangabe
Hinweise	Die Achsposition der entsprechenden Achse zum Zeitpunkt des Eintreffens des Interruptsignals wird gespeichert, die zugehörige Bahnposition ermittelt. Ausgehend von dieser Bahnposition wird der unter „I“ programmierte Weg gefahren. Die sich daraus ergebende Differenz zwischen programmiertem Satzende und tatsächlichem Satzende wird in einer internen Nullpunktverschiebung gespeichert. Diese Nullpunktverschiebung bleibt bis zum nächsten G39 (einschließlich implizites G39 z.B. \$1 , E1 = 1) erhalten. Der Satzwechsel kann mit G64 erfolgen. Das heißt auch bei maximaler Geschwindigkeit ohne Abbremsen. Das Verrechnen der internen Nullpunktverschiebung kann später in einem G39-Satz erfolgen.  I = Restweg vom Interrupt (Messposition) zum Satzende auf der Bahn. I muss mindestens so groß sein wie der Weg, der in drei Interpolationstakten zurückgelegt wird. Wenn der Satzwechsel mit G9 programmiert ist, muss zusätzlich der Bremsweg berücksichtigt werden.  Die Funktion ist satzweise wirksam. Siehe auch \$53.

Beispiel	
	N100 G1 \$54 X400 I100



\$54 ist nur in Zusammenhang mit G1 zulässig.





## 4.25 \$90, \$91 absolute / inkrementale Maßangabe, achsspezifisch

\$90	Maßangabe absolut
\$91	Maßangabe inkremental
Format	\$90 X \$91 X X = beliebiger Achsbuchstabe
Erläuterung	\$90 Maßangabe für diese Achse absolut. \$91 Maßangabe für diese Achse inkremental (Kettenmaß). Mit diesen \$-Funktionen können für einzelne Achsen die G-Funktionen G90 bzw. G91 überlagert und so in einem Satz absolute und inkrementale Maßangaben gemischt werden.
Hinweise	\$90 und \$91 sind selbsthaltend bis Programmende oder bis die Maßangabe durch Programmierung von G90 oder G91 gewechselt wird. Die beiden \$-Funktionen heben sich gegenseitig auf, die Programmierung von G90 oder G91 löscht alle programmierten \$90 oder \$91-Funktionen. Die Defaulteinstellung ist absolut.

Beispiel	
	N110 G90 X100 Y35 F1050 alle Achsen mit Absolutposition
	N120 X120
	N130 X125 \$91 YR256 Die X-Achse verfährt auf die absolute Koordinate, die Y-Achse verfährt inkremental mit dem Inhalt von R256
	N140 G91 X15 Y5 alle Achsen verfahren inkremental
	N150 X10 \$90 Y75 Die X-Achse verfährt inkremental, die Y-Achse verfährt auf die absolute Koordinate



### 5 M-Funktionen

Mit M-Funktionen können Schaltfunktionen programmiert werden.

M0	Programmierter Halt
M1	Wahlweiser Halt
M3	Spindeldrehung im Uhrzeigersinn (und Sonderfall M"Achsname")
M4	Spindeldrehung im Gegenuhrzeigersinn (und Sonderfall M"Achsname")
M5	Spindelhalt (und Sonderfall M"Achsname")
M17	Unterprogrammende siehe M17 und M30 Programmende
M30	Programmende/Reset siehe M17 und M30 Programmende
M90, M91 bis M98	Synchronisation von NC – Teilsystemen.

Es können maximal 3 M-Funktionen in jedem Satz programmiert werden. Nicht vordefinierte M-Funktionen können beliebig in der SPS ausgewertet werden.

M-Funktionen im Satz können zu Satzwechselerverzögerungen führen, da ein SPS-Anwenderprogramm das Signal verarbeitet und die Freigabe für den nächsten Satz geben muss. Dieser Vorgang nimmt mindestens zwei Interpolationstakte in Anspruch.

Bei Satzwechsel ohne Geschwindigkeitseinbruch (G64) wird der Satzwechsel ohne Freigabe durch das SPS-Anwenderprogramm ausgeführt.

#### 5.1 M0

M0	Programmierter Halt
Format	M0
Erläuterung	Halt nach dem Abarbeiten des Satzes. Der Programmablauf kann mit CNC-Start fortgeführt werden.
Beispiel	
	N120 G0 X100 M0

#### 5.2 M1

M1	Wahlweiser Halt
Format	M1
Erläuterung	Halt nach dem Abarbeiten des Satzes, wenn die Funktion vom SPS-Programm aus aktiviert wurde. Der Programmablauf kann mit CNC-Start fortgeführt werden.
Beispiel	
	N120 G0 X100 M1

## 5.3 M3 und M4

<b>M3</b>	<b>Spindeldrehung im Uhrzeigersinn</b>
Format	M3
Erläuterung	Startet eine als Hauptspindel deklarierte NC-Achse oder eine SPS-gesteuerte Spindel.
Hinweise	<p>M"Achsname" 3</p> <p>Sind im NC-Teilsystem eine oder mehrere Achsen als Rundachsen eingestellt, so können diese mit M"Achsname" 3 als geregelte Spindel betrieben werden. Die Drehzahl wird dann mit S"Achsname" programmiert.</p>

<b>M4</b>	<b>Spindeldrehung im Gegenuhrzeigersinn</b>
Format	M4
Erläuterung	Startet eine als Hauptspindel deklarierte NC-Achse oder eine SPS-gesteuerte Spindel.
Hinweise	<p>M"Achsname" 4</p> <p>Sind im NC-Teilsystem eine oder mehrere Achsen als Rundachsen eingestellt, so können diese mit M"Achsname" 4 als geregelte Spindel betrieben werden. Die Drehzahl wird dann mit S"Achsname" programmiert.</p>



### 5.4 M5

M5	Spindelhalt
Format	M5
Erläuterung	Stoppt eine als Hauptspindel deklarierte NC-Achse oder eine SPS-gesteuerte Spindel.
Hinweise	<p>Das Umsteuern einer geregelten Spindel vom Spindelbetrieb in den Rundachsbetrieb wird mit M5 und im nächsten Satz G39 zum aufsynchronisieren der Istposition programmiert.</p> <p>Alternativ zu M5 und G39 kann eine geregelte Spindel durch programmieren einer Zielposition hinter den Achsbuchstaben der Spindel in dieser Position gestoppt werden.</p> <p>M"Achsname" 5</p> <p>Sind im NC-Teilsystem eine oder mehrere Achsen als Rundachsen eingestellt, so können diese mit M"Achsname" 5 als geregelte Spindel betrieben werden.</p>

Beispiel	
	N10 M3 S500                      Spindelstart
	N20 X... Y...
	N30 M5                              Spindelhalt
	N40 G39                            Istposition aufsynchronisieren
	N50 C45 F300                    Spindel als C-Achse positionieren

Beispiel	
	N10 M3 S500                      Spindelstart
	N20 X... Y...
	N30 C45                            positionierter Spindelhalt



Zu M3, M4 und M5

- Eine Spindel wird mit Q.054 Bit 3 = 1 deklariert.
  - Ist keine Hauptspindel vorhanden, wird die systemspezifische Variable `cncMem.sysSect[n].flgN2P.bM345Act` gesetzt und muss vom SPS-Programm quittiert werden.
- Das SPS-Programm kann mit den systemspezifischen SPS-Variablen `cncMem.sysSect[n].wrnN2P.lMFct1` bis `lMFct3` eine Spindel steuern.

## 5.5 M90 bis M98 Synchronisation von NC Teilsystemen

M90	Synchronisation mit allen Teilsystemen
M91 bis M98	Synchronisation mit Teilsystem 1 bis 8
Format	M90 M95
Erläuterung	<p>Diese Funktionen werden für Steuerungen mit mehreren Teilsystemen benötigt. In diesem Fall können mehrere NC-Programme (eines je Teilsystem) gleichzeitig ablaufen.</p> <p>Dabei ist es oft erforderlich diese NC-Programme in Teile zu gliedern, die parallel ausgeführt werden dürfen, und solche, die sequentiell ablaufen müssen.</p> <p>Die Funktionen M90 bis M98 sind Synchronisationsmarken, mit denen sich der Ablauf der NC-Programme steuern lässt. An einer Synchronisationsmarke wird die Bearbeitung des NC-Programms angehalten bis das NC-Programm des korrespondierenden Teilsystems ebenfalls eine Marke erreicht. Anschließend wird die Bearbeitung in allen beteiligten Teilsystemen fortgesetzt.</p>

Das Folgende Beispiel veranschaulicht die Synchronisation zweier Teilsysteme mit den Funktionen M91 und M92. Wenn die Steuerung nur für genau zwei Teilsysteme konfiguriert ist können alle Marken durch M90 ersetzt werden.

Beispiel	Teilsystem #1	Teilsystem #2
	N10..... (#1 und #2 parallel)	
	N20.....	N10.....
	N30 M92 (sync mit #2)	N20 M91 (sync mit #1)
	N40.....	
	N50..... (nur #1 aktiv)	(#2 wartet bei N30)
	N60.....	
	N70 M92 (sync mit #2)	N30 M91 (sync mit #1)
	N80..... (wieder parallel)	
	N90.....	N40.....
		N50.....



Die ungeeignete Verwendung von Synchronisationsmarken kann zu Deadlock – Situationen (Verklemmungen) bei der Bearbeitung der NC-Programme führen.



### 6 Schnittstelle CNC - SPS

E	Abfragen einer Bitvariablen
SE	Setzen einer Bitvariablen bei Beginn der Satzausführung
RS	Rücksetzen einer Bitvariablen bei Beginn der Satzausführung
WA	Warten auf Bitvariable = 1
WN	Warten auf Bitvariable = 0

#### 6.1 E

E	Abfragen einer Bitvariablen
Format	Ennn = 1 Ennn = 0 nnn = Nummer der Bitvariablen, 3-stellige Dezimalzahl im Bereich 0 - 255
Hinweis	Der Zugriffspfad der SPS auf die Bitvariable lautet: <i>cncMem.comSect.abFlgPNRw[n]</i> (n=Nummer der Bitvariablen 0-255)  Die Auswertung der Bitvariablen erfolgt zum Zeitpunkt des Satzwechsels des vorhergehenden NC-Satzes. Die Steuerung führt ein automatisches G39 aus.
Beispiel	
	N10 E0=1 B%9000 (Wenn die Bitvariable 0 = 1 ist wird in das Unterprogramm %9000 verzweigt.)

#### 6.2 SE

SE	Setzen einer Bitvariablen bei Beginn der Satzausführung
Format	SEnnn nnn = Nummer der Bitvariablen, 3-stellige Dezimalzahl im Bereich 0 - 255
Hinweis	Der Zugriffspfad der SPS auf die Bitvariable lautet: <i>cncMem.comSect.abFlgPNRw[n]</i> (n=Nummer der Bitvariablen 0-255)
Beispiel	
	N10 SE0

## 6.3 RS

RS	Rücksetzen einer Bitvariablen bei Beginn der Satzausführung
Format	RSnnn nnn = Nummer der Bitvariablen, 3-stellige Dezimalzahl im Bereich 0 - 255
Hinweis	Der Zugriffspfad der SPS auf die Bitvariable lautet: <i>cncMem.comSect.abFlgPNRw[n]</i> (n=Nummer der Bitvariablen 0-255)
Beispiel	N10 RS0

## 6.4 WA und WN

WA	Warten auf Bitvariable = 1
Format	WAnnn nnn = Nummer der Bitvariablen, 3-stellige Dezimalzahl im Bereich 0 - 255
Erläuterung	Der Satzwechsel zum nachfolgenden Satz wird nur bei Bitsignal = 1 ausgeführt. Die Bitvariable wird am Ende einer eventuellen Achsbewegung geprüft.
Hinweis	Der Zugriffspfad der SPS auf die Bitvariable lautet: <i>cncMem.comSect.abFlgPNRw[n]</i> (n=Nummer der Bitvariablen 0-255) Die Bitvariable wird am Ende einer eventuellen Achsbewegung geprüft.
WN	Warten auf Bitvariable = 0
Format	WNnnn nnn = Nummer der Bitvariablen, 3-stellige Dezimalzahl im Bereich 0 - 255
Erläuterung	Der Satzwechsel zum nachfolgenden Satz wird nur bei Bitsignal = 0 ausgeführt.
Hinweis	Der Zugriffspfad der SPS auf die Bitvariable lautet: <i>cncMem.comSect.abFlgPNRw[n]</i> (n=Nummer der Bitvariablen 0-255) Die Bitvariable wird am Ende einer eventuellen Achsbewegung geprüft.
Beispiel	N10 G0 X100 WN0 Die Fahrbewegung wird unabhängig von dem Befehl WN0 ausgeführt. Erst in der Position X = 100 wird die WN-Anweisung ausgewertet und der Satz gegebenenfalls gewechselt.



## 7 Rechenparameter (R-Parameter) der ProNumeric

---

Allgemeine R-Parameter R2000 bis R5999 (Integer-Werte)

---

Allgemeine R-Parameter R6000 bis R9999 (Real-Werte)

---

Systemspezifische R-Parameter R000 bis R999 (Integer-Werte)

---

Systemspezifische R-Parameter R1000 bis R1999 (Real-Werte)

---

Nullpunktverschiebungen R10001 bis R10564

---

Nullpunktüberlagerungen R10601 bis R10664

---

Bezugspunktverschiebung R10701 bis R10764

---

Alle Parameter befinden sich im Koppelspeicher und können von der CNC und der SPS lesend / schreibend benutzt werden.

Die Funktionszuordnung wird durch das NC-Programm bestimmt.

Real-Werte lassen sich in Dezimalpunktschreibweise mit insgesamt sieben Stellen plus Vorzeichen programmieren und eingeben.

Integer-Werte sind ganzzahlige, positive oder negative Werte.

Bei der Substitution von Koordinatenwerten und Geschwindigkeiten wird das aktive Maßsystem (G70 und G71) berücksichtigt.

### 7.1 Allgemeine R-Parameter R2000 bis R5999 (Integer-Werte)

Nummer	Art
R2000 bis R5999	Globale R-Parameter, die in allem CNC- Teilsystemen identisch sind

### 7.2 Allgemeine R-Parameter R6000 bis R9999 (Real-Werte)

Nummer	Art
R6000 bis R9999	Globale R-Parameter, die in allem CNC- Teilsystemen identisch sind

### 7.3 Systemspezifische R-Parameter R000 bis R999 (Integer-Werte)

Nummer	Art
R000 bis R999	Lokale R-Parameter, die einmal je CNC- Teilsystem existieren



#### 7.4 Systemspezifische R-Parameter R1000 bis R1999 (Real-Werte)

Nummer	Art
R1000 bis R1999	Lokale R-Parameter, die einmal je CNC- Teilsystem existieren

#### 7.5 Nullpunktverschiebungen R10001 bis R10564

Es stehen 6 Nullpunktverschiebungen zur Verfügung.  
Der Aufruf der Nullpunktverschiebungen erfolgt durch G54 bis G59.  
Jeder Achse ist eine Parameternummer zugeordnet.

Parameter	
R10001	1. Achse Nullpunktverschiebung 1 (G54)
bis	
R10064	64. Achse Nullpunktverschiebung 1 (G54)
R10101	1. Achse Nullpunktverschiebung 2 (G55)
bis	
R10164	64. Achse Nullpunktverschiebung 2 (G55)
R10201	1. Achse Nullpunktverschiebung 3 (G56)
bis	
R10264	64. Achse Nullpunktverschiebung 3 (G56)
R10301	1. Achse Nullpunktverschiebung 4 (G57)
bis	
R10364	64. Achse Nullpunktverschiebung 4 (G57)
R10401	1. Achse Nullpunktverschiebung 5 (G58)
bis	
R10464	64. Achse Nullpunktverschiebung 5 (G58)
R10501	1. Achse Nullpunktverschiebung 6 (G59)
bis	
R10564	64. Achse Nullpunktverschiebung 6 (G59 )



### 7.6 Nullpunktüberlagerungen R10601 bis R10664

In diesen R-Parametern kann eine programmunabhängige, permanent wirksame Nullpunktüberlagerung eingestellt werden.

Jeder Achse ist ein Parameter zugeordnet.

Parameter	
R10601	1. Achse Nullpunktüberlagerung
bis	
R10664	64. Achse Nullpunktüberlagerung

Entsprechend diesen Daten wird die Bildschirmanzeige umgerechnet. Der steuerungsinterne Istwert und die Funktion der Softwareendschalter bleiben davon unberührt.

Ist der Wert = 0 wird keine Nullpunktüberlagerung vorgenommen.



Der Inhalt dieser Parameter wird nach dem Referenzpunktfahren als Nullpunktüberlagerung wirksam.

#### **Für Achsen mit Absolutwertgeber:**

Ein in diesen Parametern eingetragener Wert darf die Referenzpunktcoordinate (Q.034) nicht unterschreiten.

### 7.7 Bezugspunktverschiebung R10701 bis R10764

In diesen Parametern werden die Differenzen zwischen Istwert und Bezugspunktverschiebung G92 eingetragen. Damit sind sie von der CNC lesbar.

Jeder Achse ist ein Parameter zugeordnet.

Parameter	
R10701	1. Achse Nullpunktverschiebung (G92)
bis	
R10764	64. Achse Nullpunktverschiebung (G92)

## 8 Rechenparameter (R-Parameter) der XCx (in Bearbeitung)

Allgemeine R-Parameter der XCx R2000 bis R5999
Allgemeine R-Parameter der XCx R6000 bis R9999
Systemspezifische R-Parameter der XCx R000 bis R999
Systemspezifische R-Parameter der XCx R1000 bis R1999
Nullpunktverschiebungen der XCx R10001 bis R10564
Nullpunktüberlagerungen der XCx R10601 bis R10664
Bezugspunktverschiebung der XCx R10701 bis R10764

Alle Parameter befinden sich im Koppelspeicher und können von der CNC und der SPS lesend / schreibend benutzt werden.

Die Funktionszuordnung wird durch das NC-Programm bestimmt.

Real-Werte lassen sich in Dezimalpunktschreibweise mit insgesamt sieben Stellen plus Vorzeichen programmieren und eingeben.

Integer-Werte sind ganzzahlige positive oder negative Werte.

Bei der Substitution von Koordinatenwerten und Geschwindigkeiten wird das aktive Maßsystem (G70 und G71) berücksichtigt.

### 8.1 Allgemeine R-Parameter der XCx R2000 bis R5999 (Integer-Werte)

Nummer	Art
R2000 bis R5999	Globale R-Parameter, die in allem CNC- Teilsystemen identisch sind

### 8.2 Allgemeine R-Parameter der XCx R6000 bis R9999 (Real-Werte)

Nummer	Art
R6000 bis R9999	Globale R-Parameter, die in allem CNC- Teilsystemen identisch sind

### 8.3 Systemspezifische R-Parameter der XCx R000 bis R999 (Integer-Werte)

Nummer	Art
R000 bis R999	Lokale R-Parameter, die einmal je CNC- Teilsystem existieren



#### 8.4 Systemspezifische R-Parameter der XCx R1000 bis R1999 (Real-Werte)

Nummer	Art
R1000 bis R1999	Lokale R-Parameter, die einmal je CNC- Teilsystem existieren

#### 8.5 Nullpunktverschiebungen der XCx R10001 bis R10564

Es stehen 6 Nullpunktverschiebungen zur Verfügung.  
Der Aufruf der Nullpunktverschiebungen erfolgt durch G54 bis G59.  
Jeder Achse ist eine Parameternummer zugeordnet.

Parameter	
R10001	1. Achse Nullpunktverschiebung 1 (G54)
bis	
R10064	64. Achse Nullpunktverschiebung 1 (G54)
R10101	1. Achse Nullpunktverschiebung 2 (G55)
bis	
R10164	64. Achse Nullpunktverschiebung 2 (G55)
R10201	1. Achse Nullpunktverschiebung 3 (G56)
bis	
R10264	64. Achse Nullpunktverschiebung 3 (G56)
R10301	1. Achse Nullpunktverschiebung 4 (G57)
bis	
R10364	64. Achse Nullpunktverschiebung 4 (G57)
R10401	1. Achse Nullpunktverschiebung 5 (G58)
bis	
R10464	64. Achse Nullpunktverschiebung 5 (G58)
R10501	1. Achse Nullpunktverschiebung 6 (G59)
bis	
R10564	64. Achse Nullpunktverschiebung 6 (G59 )

## 8.6 Nullpunktüberlagerungen der XCx R10601 bis R10664

In diesen R-Parametern kann eine programmunabhängige, permanent wirksame Nullpunktüberlagerung eingestellt werden.

Jeder Achse ist ein Parameter zugeordnet.

Parameter	
R10601	1. Achse Nullpunktüberlagerung
bis	
R10664	64. Achse Nullpunktüberlagerung

Entsprechend diesen Daten wird die Bildschirmanzeige umgerechnet. Der steuerungsinterne Istwert und die Funktion der Softwareendschalter bleiben davon unberührt.

Ist der Wert = 0 wird keine Nullpunktüberlagerung vorgenommen.



Der Inhalt dieser Parameter wird nach dem Referenzpunktfahren als Nullpunktüberlagerung wirksam.

**Für Achsen mit Absolutwertgeber:**

Ein in diesen Parametern eingetragener Wert darf die Referenzpunktcoordinate (Q.034) nicht unterschreiten.

## 8.7 Bezugspunktverschiebung der XCx R10701 bis R10764

In diesen Parametern werden die Differenzen zwischen Istwert und Bezugspunktverschiebung G92 eingetragen. Damit sind sie von der CNC lesbar.

Jeder Achse ist ein Parameter zugeordnet.

Parameter	
R10701	1. Achse Nullpunktverschiebung (G92)
bis	
R10764	64. Achse Nullpunktverschiebung (G92)



## 9 Tabellarische Übersichten

### 9.1 Übersicht der G-Worte

Die G-Worte sind in dieser Übersicht Gruppen zugeordnet.

Nur eine Funktion einer Gruppe kann aktiv sein.

In der Regel bleiben die Funktionen aktiv bis sie durch eine andere Funktion der gleichen Gruppe abgewählt werden.

In Einzelfällen ist eine Funktion nur satzweise wirksam (Eigenschaft = S). Einige Funktionen sind Defaulteinstellungen (Eigenschaft = D).

Gruppe	Eigenschaften D = Defaulteinstellung S = satzweise aktiv		Bedeutung
1		G0	Bahnsteuerung im Eilgang
	D	G1	Geraden-Interpolation
		G2	Kreis-Helix-Interpolation im Uhrzeigersinn
		G3	Kreis-Helix-Interpolation im Gegenuhrzeigersinn
		G10	Punktsteuerung im Eilgang
		G11	Anfahren Referenzpunkt
		G12	Spiralinterpolation im Uhrzeigersinn
		G13	Spiralinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
		G25	Online-Curve-Interpolation OCI ohne tangentialem Übergang
		G26	Online-Curve-Interpolation OCI mit tangentialem Übergang
		G27	Freiforminterpolation von offline erstellten CNC-Programmen
		G32	Gewindebohren interpolierend
		G33	Gewindeschneiden
		G63	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter
		G76	Gewindezyklus
		G77	Gewindebohrzyklus ohne Ausgleichsfutter
2	S	G4	Verweilzeit
3	D	G17	Ebenenauswahl X-Y
		G18	Ebenenauswahl X-Z
		G19	Ebenenauswahl Y-Z
4	D	G28	Rechenparameter aktualisieren bei Satzausführung
		G29	Rechenparameter aktualisieren bei Satzaufbereitung
5	S	G39	Satzaufbereitung unterbrechen
6	D	G40	Werkzeugradiuskorrektur ausschalten
		G41 G42	Werkzeugradiuskorrektur links / rechts
		G43 G44	Werkzeugradiuskorrektur positiv / negativ
	S	G50	Werkzeugradiuskorrektur ohne Übergangskontur

Gruppe	Eigenschaften D = Defaulteinstellung S = satzweise aktiv		Bedeutung
7		G45 G46	Bahnvorschubkorrektur
8	D	G53 bis G59	Nullpunktverschiebung
9	S	G9	Genauhalt
	D	G60	Satzwechsel nach Erreichen der Genauhaltgrenze
		G61	Satzwechsel nach Abbau der Soll-Ist-Differenz
		G62	Satzwechsel mit Beschleunigungsüberwachung
		G64	Satzwechsel ohne Geschwindigkeitseinbruch
10	S	G67	Sonderfunktionen zum Pendeln
11		G70	Maßangaben in Zoll; es gilt die zuletzt benutzte Funktion
		G71	Maßangaben in Millimeter
12	D	G80 bis G89	Bearbeitungszyklen
13	D	G90	Absolute Maßangaben
		G91	Inkrementale Maßangaben
14		G92	Bezugspunktverschiebung
15		G93	Angabe des Vorschubs in % Eilgang
	D	G94	Angabe der Vorschubgeschwindigkeit in mm/min (in/min)
		G95	Angabe des Vorschubs in mm/Umdr. (in/Umdr.)
16		G96	Konstante Schnittgeschwindigkeit
	D	G97	Angabe der Spindeldrehzahl in 1/min
17	D	G98	Übernahme selbsthaltender Wegbedingungen
		G99	Keine Übernahme selbsthaltender Wegbedingungen



### 9.2 Übersicht der \$-Worte

Die \$-Worte sind in dieser Übersicht Gruppen zugeordnet.

Nur eine Funktion einer Gruppe kann aktiv sein.

In der Regel bleiben die Funktionen aktiv bis sie durch eine andere Funktion der gleichen Gruppe abgewählt werden.

In Einzelfällen ist eine Funktion nur satzweise wirksam (Eigenschaft = S). Einige Funktionen sind Defaulteinstellungen (Eigenschaft = D).

Gruppe	Eigenschaften D = Defaulteinstellung S = satzweise aktiv		Bedeutung
1	S	\$1	Stillsetzen der Achsbewegung
	S	\$53 - \$54	Abbruch der Fahrbewegung
2		\$23	Interner Nachführbetrieb einschalten
		\$24	Nachführbetrieb einschalten
		\$25	Nachführbetrieb ausschalten
3		\$26	Unabh. Achse mit Einzelschub einschalten
		\$27	Unabh. Achse mit Einzelschub ausschalten
		\$28	Unabh. Achse in den Satzwechsel einbeziehen
		\$29	Unabh. Achse nicht einbeziehen
4		\$31	Synchronlauf einschalten
		\$32	Synchronlauf ausschalten
5		\$33	Angabe d. Steigungsachse für Gewindeschneiden
6		\$34	Angabe der Radiusachse für v = konstant
7		\$38	Schleppachse. im IPO-Zusammenhang einschalten
		\$39	Schleppachse. im IPO-Zusammenhang ausschalten
8		\$40	Pendeln ausschalten
		\$41	Pendeln mit kontinuierlicher Zust. einschalten
		\$42	Pendeln mit beidseitiger Zust. einschalten
		\$43	Pendeln mit Zustellung rechts einschalten
		\$44	Pendeln mit Zustellung links einschalten
9		\$47	Bearbeitungsebene definieren
10		\$48	Systemachse zurückgeben
11		\$90	Maßangabe absolut
		\$91	Maßangabe inkremental



### 9.3 M-Funktionen

M0	Programmierter Halt
M1	Wahlweiser Halt
M3	Spindeldrehung im Uhrzeigersinn
M4	Spindeldrehung im Gegenuhrzeigersinn
M5	Spindelhalt
M17	Unterprogrammende
M30	Programmende/Reset
M90, M91 bis M98	Synchronisation von NC – Teilsystemen.

### 9.4 Schnittstelle CNC - SPS

E	Abfragen einer Bitvariablen
SE	Setzen einer Bitvariablen bei Beginn der Satzausführung
RS	Rücksetzen einer Bitvariablen bei Beginn der Satzausführung
WA	Warten auf Bitvariable = 1
WN	Warten auf Bitvariable = 0

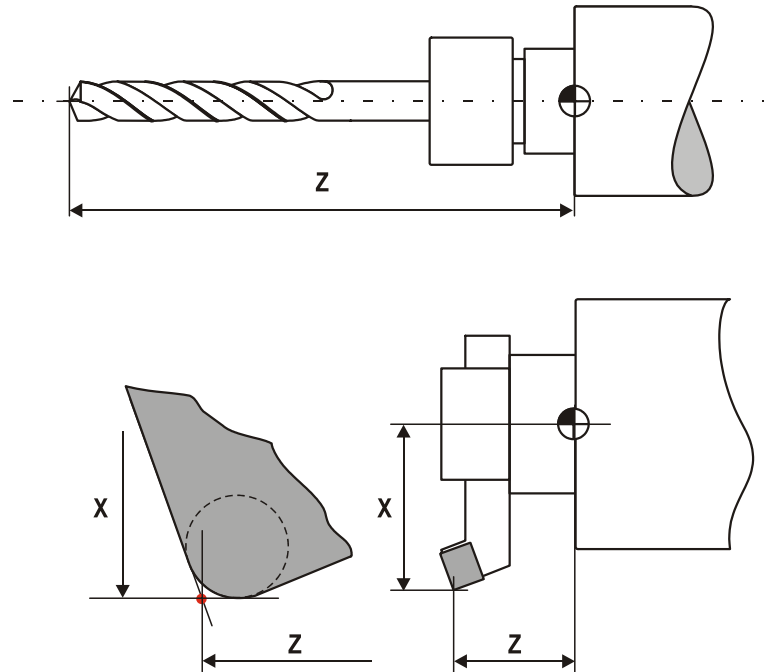
## 10 Anhang

### 10.1 Werkzeugkorrekturen

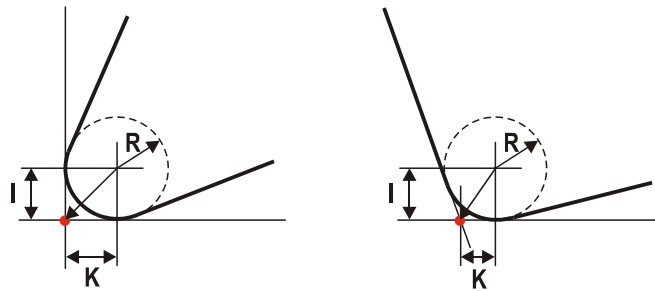
#### 10.1.1 Werkzeuge vermessen

##### Ermittlung der Werkzeuglänge

Aus dem Abstand Werkzeugbezugspunkt und theoretischer Schneidenspitze ergibt sich die Werkzeuglänge.



##### Ermittlung der Korrekturwerte der Werkzeuglänge I und K



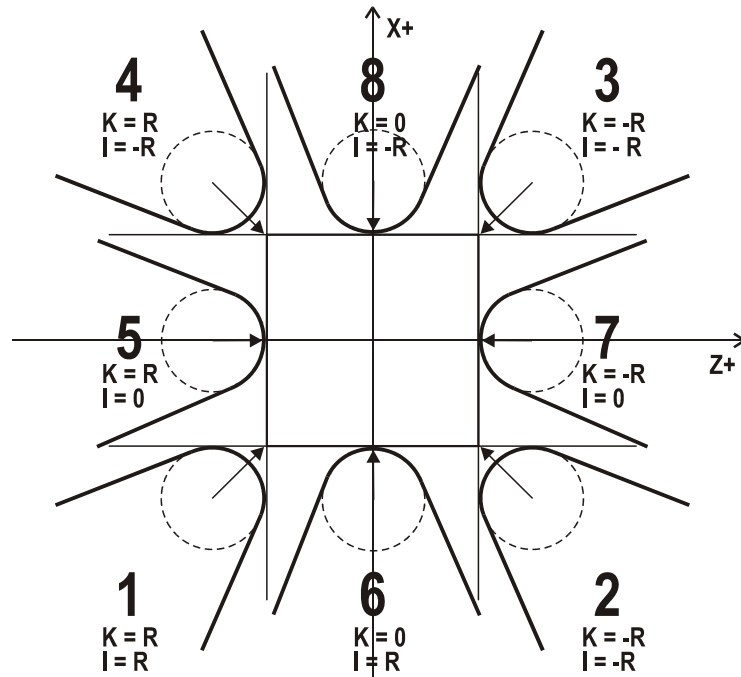
R = Schneidenradius  
I, K = Korrekturwerte

## 10.1.2 Quadrantenzuordnung für die Schneidenradiuskompensation

**Quadrantenzuordnung**

für die  
Schneidenradiuskompensation  
(SRK) hinter und vor der  
Drehmitte.

Am Beispiel der XZ-Ebene  
(Ebenenwahl XZ mit G18).



R = Schneidenradius  
I, K = Korrekturwerte



Die Quadrantennummer muss im Werkzeugdatenspeicher eingetragen werden, wenn die SRK aktiviert werden soll.

Bei der Fräserradiuskompensation muss die Quadrantennummer 0 oder 9 eingetragen werden.



### 10.2 Werkzeugdatenspeicher

Die 99 Werkzeugdatenspeicher sind auf Rechenparametern abgebildet und beginnen jeweils ab:

R20000	1. Werkzeugdatenspeicher (Anwahl über T01)
R20100	2. Werkzeugdatenspeicher (Anwahl über T02)
..	..
R29800	99. Werkzeugdatenspeicher (Anwahl über T99)

Die Werkzeugdatenspeicher sind systemspezifisch.

Aufbau des Werkzeugdatenspeichers			
R-Parameter	Format	Bezeichnung	Erläuterung
R2xx00	0000000000	IZ	Istzeit - Verschleißüberwachung in min
R2xx01	0.000	X	Werkzeuglänge in X-Richtung in mm
R2xx02	0.000	Y	Werkzeuglänge in Y-Richtung in mm
R2xx03	0.000	Z	Werkzeuglänge in Z-Richtung in mm
R2xx04	0.000	I	Werkzeuglängenkorrekturwert zur X-Länge in mm
R2xx05	0.000	J	Werkzeuglängenkorrekturwert zur Y-Länge in mm
R2xx06	0.000	K	Werkzeuglängenkorrekturwert zur Z-Länge in mm
R2xx07	0.000	R	Werkzeugradius in mm
R2xx08	0.000	Q	Quadrant
R2xx09	0000000000	SZ	Standzeit in min
R2xx10	0000000000	VS	Werkzeug verschlissen, wenn Wert = 1
R2xx11	0000000000	IH	Werkzeugaufrufhäufigkeit, Istanzahl
R2xx12	0000000000	SH	Werkzeugaufrufhäufigkeit, Sollanzahl
R2xx13 bis R2xx14	0000000000	---	reserviert
R2xx15 bis R2xx19	0.000	---	reserviert
R2xx20 bis R2xx24	0.000	User data 01 bis User data 05	Anwenderdaten
R2xx25 bis R2xx29	0000000000	User data 06 bis User data 10	Anwenderdaten

xx = Über die T-Funktion (nn-1) angewählte Werkzeugnummer

### 10.2.1 Werkzeugüberwachung

Die Werkzeugüberwachung der CNC beinhaltet Werkzeugstandzeit- und Werkzeugaufrufhäufigkeits-Überwachung.

Die Werkzeugstandzeit-Überwachung erfasst die effektive Einsatzzeit des Werkzeug (nicht bei G0, G4 und Tl) und vergleicht diese mit dem vorgegebenen Grenzwert.

Die Istzeit wird in IZ (R2xx00), der Grenzwert (Standzeit) in SZ (R2xx09) in Minuten eingetragen.

Die Werkzeugstandzeit-Überwachung erfolgt nur, wenn die Standzeit in SZ (R2xx09) größer Null ist.

Die Werkzeugaufrufhäufigkeits-Überwachung erfasst die Aufrufhäufigkeit des Werkzeugs und wird beim Aufruf der T-Funktion inkrementiert. Die Isthäufigkeit wird in IH (R2xx11), die maximal zulässige Aufrufhäufigkeit in SH (R2xx12) eingetragen.

Die Werkzeugaufrufhäufigkeits-Überwachung erfolgt nur wenn die max. Aufrufhäufigkeit in SH (R2xx12) größer Null ist.

Die Fehlermeldung (0x02100008) 'Werkzeug verschlissen (System n)' erfolgt, wenn eine der 3 Bedingungen erfüllt ist:

- Die Istzeit ist gleich oder größer als die Standzeit
- Die Isthäufigkeit ist gleich oder größer als die max. Aufrufhäufigkeit
- Durch ein SPS-Signal (Koppelspeichervariable *cncMem.sysSect[n].flgP2N.bToolWornExt* gleich TRUE)

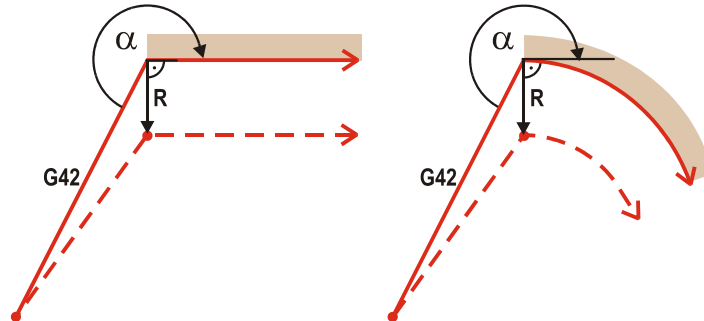
Außerdem wird dann in VS (R2xx10) eine Eins eingetragen und die Koppelspeichervariable *cncMem.sysSect[n].flgN2P.bToolWorn* wird auf TRUE gesetzt.

## 10.3 An- und Abfahrstrategien

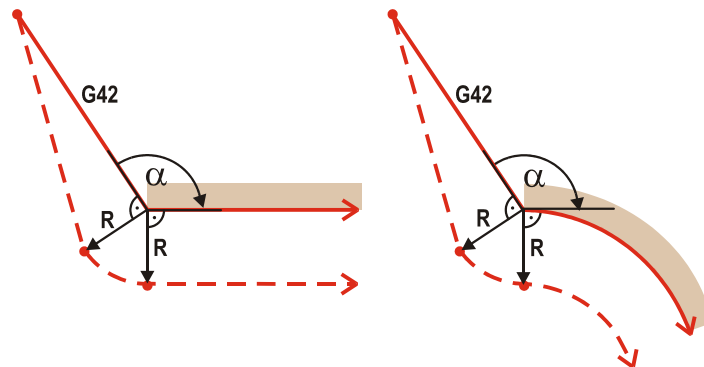
### Anfahren

mit verschiedenen Winkeln

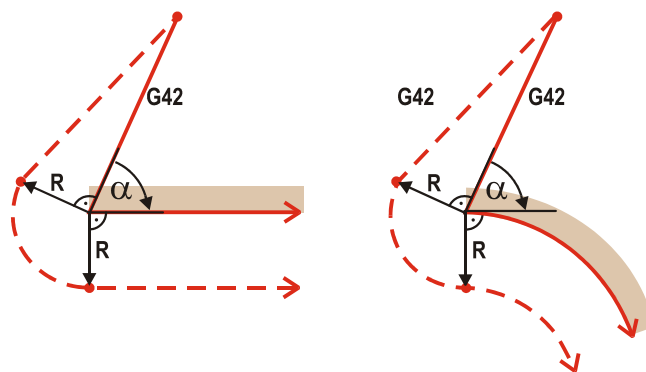
$$\alpha > 180^\circ$$



$$90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$$

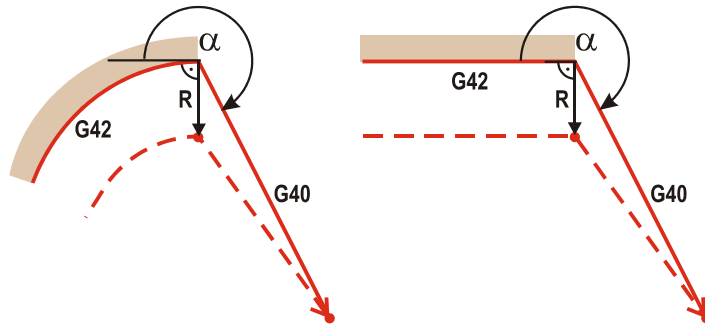


$$\alpha < 90^\circ$$

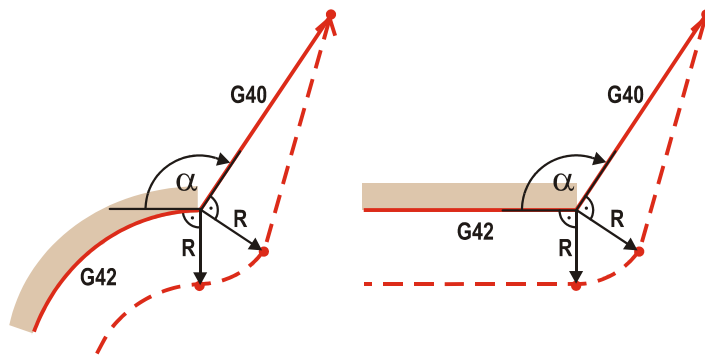


Abfahren  
mit verschiedenen Winkeln

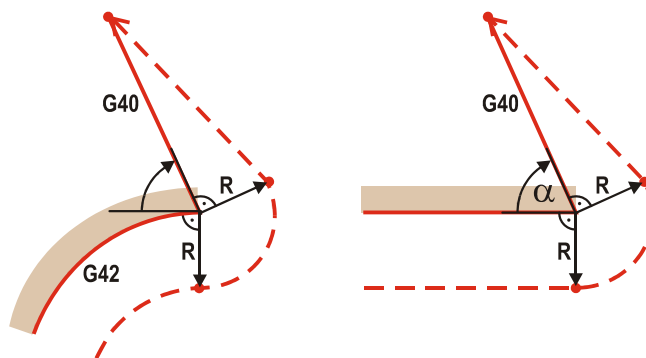
$\alpha > 180^\circ$



$90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$



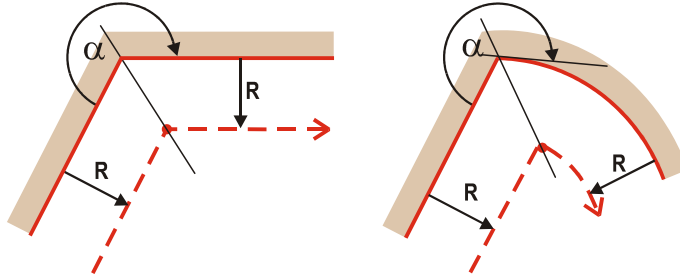
$\alpha < 90^\circ$



## 10.4 Konturübergänge

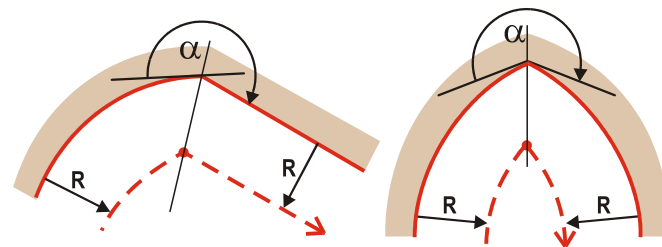
Gerade - Gerade

Gerade - Kreisbogen

 $\alpha > 180^\circ$ 


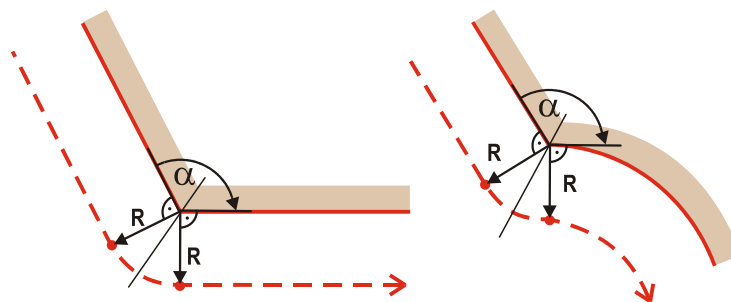
Kreisbogen - Gerade

Kreisbogen - Kreisbogen

 $\alpha > 180^\circ$ 


Gerade - Gerade

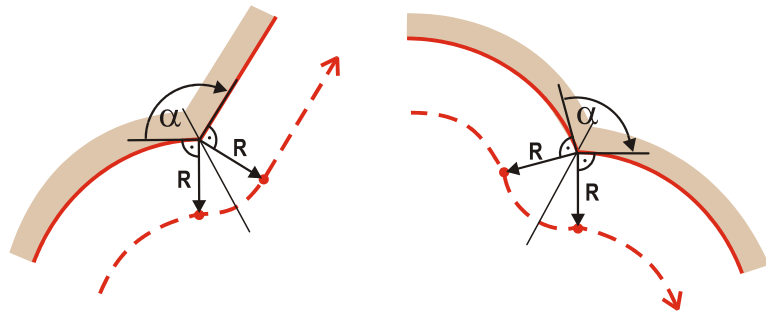
Gerade - Kreisbogen

 $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ 




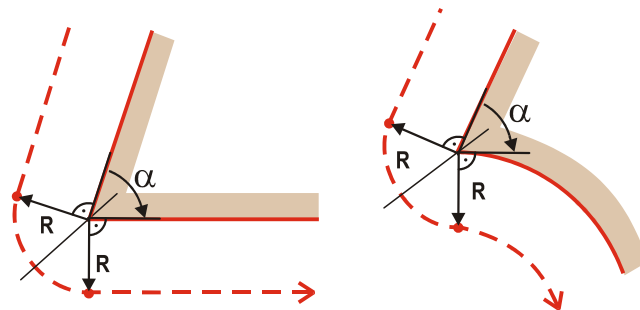
Kreisbogen - Gerade  
Kreisbogen - Kreisbogen

$$90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$$



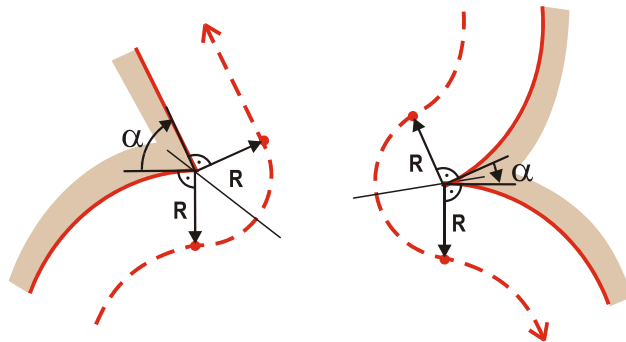
Gerade - Gerade  
Gerade - Kreisbogen

$$\alpha < 90^\circ$$



Kreisbogen - Gerade  
Kreisbogen - Kreisbogen

$$\alpha < 90^\circ$$

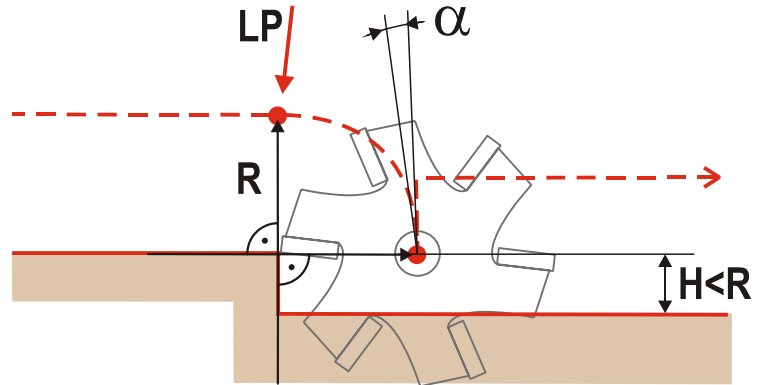


## Konturübergänge mit Fehlermeldungen und STOP

Stop wird bereits bei der Interpretation des Konturüberganges ausgelöst. Die Interpretation wird vorausschauend ausgeführt. Die Position an der STOP ausgelöst wird kann daher weit vor dem Konturübergang liegen. Die letzte Position (LP) kann dann durch wiederholten START angefahren werden.

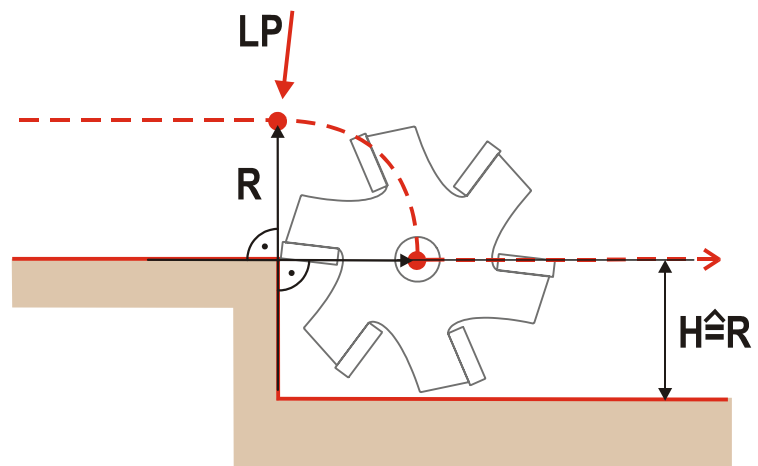
Fehler 0x21300003

"Winkel zu spitz"

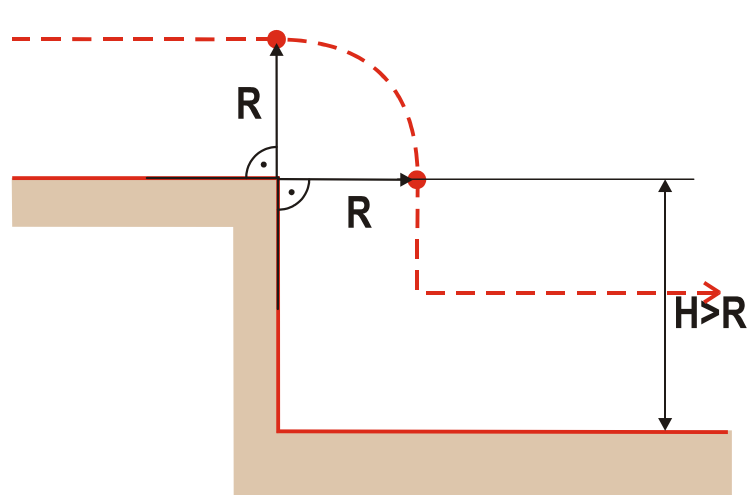


Fehler 0x21300005

"Startpunkt = Endpunkt"



Keine Fehlermeldung, Kontur und Werkzeugradius sind ok.

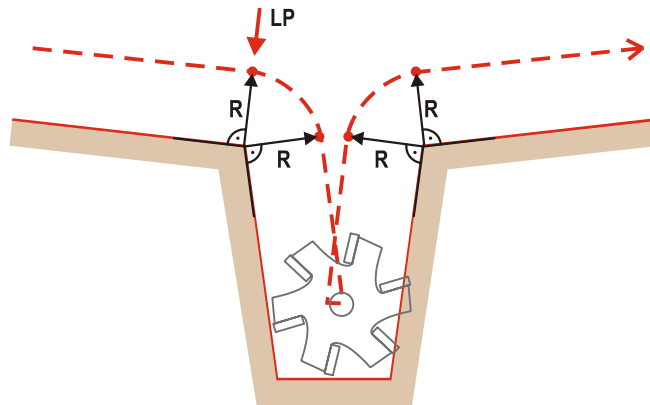


LP = letzte Position die angefahren werden kann

H = Höhe

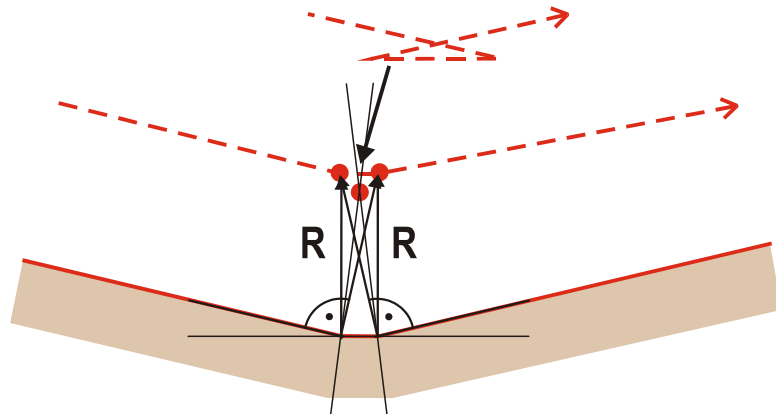
R = Werkzeugradius

Fehler 0x21300004  
"Werkzeugradius zu groß"

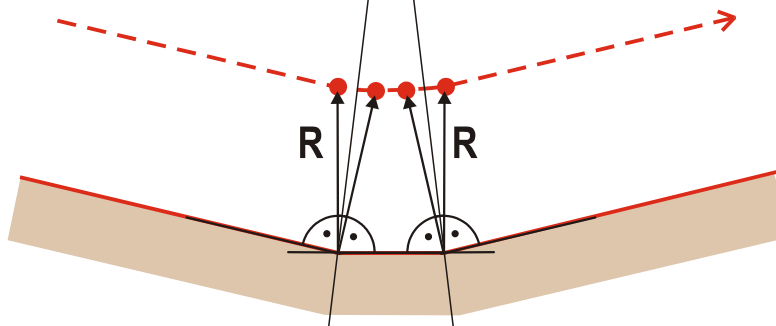


LP = letzte Position die angefahren werden kann  
R = Werkzeugradius

Fehler 0x21300004  
"Werkzeugradius zu groß"

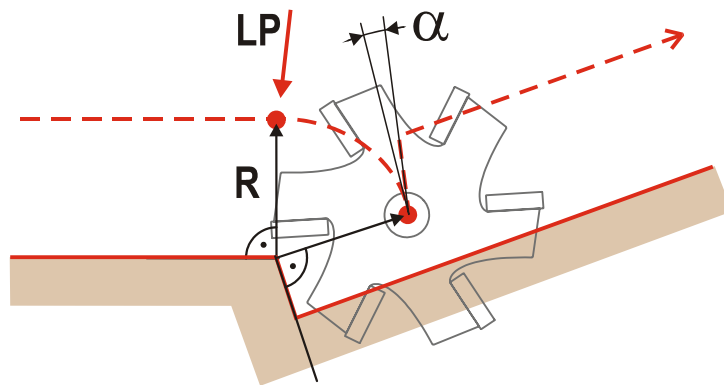


Keine Fehlermeldung, Kontur und  
Werkzeugradius sind ok.

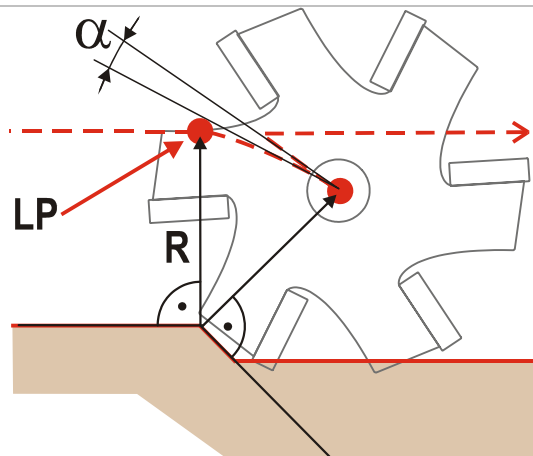


R = Werkzeugradius

Fehler 0x21300003  
"Winkel zu spitz"



Fehler 0x21300003  
"Winkel zu spitz"



LP = letzte Position die angefahren werden kann  
R = Werkzeugradius

## 10.5 Ausleihen von Achsen zwischen den NC-Teilsystemen

Um Achsen eines NC-Teilsystems mit Achsen eines anderen interpolieren zu können, ist es möglich einem Achsbuchstaben (A, B, C, D, L, O, P, U, V, W, X, Y, Z) eine Achsnummer zuzuordnen.

Beispiel:

Achse X ist die 3. Achse der Steuerung und gehört normalerweise dem NC-Teilsystem 1 an. Soll diese Achse nun im NC-Teilsystem 2 verfahren werden, so ist der Achse eine Nummer zuzuweisen. (Siehe auch M90)

NC-Teilsystem 1	
N10 G0 X1000	
N20 M90	(warte auf NC-Teilsystem 2)
N30 (X darf nicht benutzt werden)	(z. Zt. wird Achse X im NC-Teilsystem 2 verfahren)
N40 M90	(warte auf NC-Teilsystem 2)
N50 G0 X0 M17	
NC-Teilsystem 2	
N10 M90	(warte auf NC-Teilsystem 1)
N20 X:=3	(die 3.Achse der Steuerung von NC-Teilsystem 1 wird als X-Achse im Teilsystem 2 verfahren)
N30 G1 X500 F2000	
N40 \$48 X	(X wieder freigeben mit \$48)
N40 M90	(warte auf NC-Teilsystem 1)
N50 M17	



## 11 Index

### \$

\$1 Stillsetzen der Achsbewegung .....	78
\$20 Handradfreigabe zur Geschwindigkeitsüberlagerung .....	79
\$21 Handradfreigabe zur Wegüberlagerung .....	79
\$23 Interner Nachführbetrieb ein .....	79
\$24 Nachführbetrieb ein .....	80
\$25 Nachführbetrieb ausschalten .....	81
\$26 Achsen aus dem Interpolationszusammenhang ausschließen .....	81
\$27 Achsen in den Interpolationszusammenhang einbeziehen .....	82
\$28 Unabhängige Achse in den Satzwechsel einbeziehen .....	82
\$29 Unabhängige Achse nicht in den Satzwechsel einbeziehen .....	83
\$31 Synchronlauf einschalten .....	84
\$32 Synchronlauf ausschalten .....	85
\$33 Anwahl einer Leitachse .....	86
\$34 Achsanwahl für konstante Schnittgeschwindigkeit .....	86
\$37 Bahnlängenberechnung .....	86
\$38 und 39 Achsauswahl für die Bahngeschwindigkeitsberechnung .....	87
\$40 bis \$44 .....	66
\$40 Pendeln ausschalten .....	88
\$41 Pendeln mit kontinuierlicher Zustellung .....	89
\$42 Pendeln mit Zustellung an Umkehrpunkten .....	91
\$43 Pendeln Zustellung rechts .....	93
\$44 Pendeln Zustellung links .....	94
\$47 Definition der Bearbeitungsebene .....	94
\$48 Teilsystemwechsel Achsen .....	95
\$53 \$54 Meßtaster .....	96
\$90, \$91 absolute / inkrementale Maßangabe .....	97
\$-Funktionen .....	77
\$-Worte Übersicht .....	112

### %

%-Zeichen .....	11
-----------------	----

### A

Abfrage von SPS-Signalen .....	16
absolute Maßangabe .....	72
absoluter Betrag .....	18
ACCnnnn .....	23
Achsanwahl für konstante Schnittgeschwindigkeit .....	86
achspezifischer Vorschub .....	81
Achsspezifisches Verschleifen siehe Verschleifen mit RF58 .....	
Addition .....	18
Adressezeichen \$ .....	7
Allgemeine R-Parameter der ProNumeric .....	104
Allgemeine R-Parameter der XCx .....	107
Anfahren Referenzpunkt G11 .....	37
Anfahrstrategie SRK .....	118
Anwahl einer Leitachse \$33 .....	86
Arbeitsebene G17, G18 und G19 .....	40
Arcustangens .....	18
Aufbau NC-Satz .....	8
Ausblenden von Satzteilen .....	16
ausgeliehene Achse .....	95
Ausgleichsfutter .....	64
Ausleihen von Achsen zwischen NC-Teilsystemen .....	125
Auswahl der Arbeitsebene G17, G18 und G19 .....	40

### B

<b>Bahngeschwindigkeit</b>	
Berechnung .....	87
Bewertung .....	74
programmieren .....	20, 21
<b>Bahnlängenberechnung \$37 .....</b>	<b>86</b>
<b>Bahnsteuerung mit Eilganggeschwindigkeit G0 .....</b>	<b>28</b>
<b>Bahnvorschubkorrektur</b>	
ausschalten G45 .....	55
einschalten G46 .....	55
<b>Bearbeitungsebene definieren \$47 .....</b>	<b>94</b>
<b>Bearbeitungszyklen G80 bis G89 .....</b>	<b>71</b>
<b>Bedingte Programmausführungen .....</b>	<b>15</b>
<b>Berechnungen im NC-Satz .....</b>	<b>18</b>
absoluter Betrag .....	18
Addition .....	18
Arcustangens .....	18
Cosinus .....	18
Division .....	18
Multiplikation .....	18
Negierte Zuweisung .....	18
Quadratwurzel .....	18
Sinus .....	18
Subtraktion .....	18
Tangens .....	18
<b>Beschleunigung ACC .....</b>	<b>23</b>
<b>Beschleunigungsoverride .....</b>	<b>23</b>
<b>Beschleunigungsüberwachung siehe G62 .....</b>	<b>62</b>
<b>Beschleunigungsüberwachung siehe G64 .....</b>	<b>61</b>
<b>Betriebsart HAND</b>	
Vorschub .....	20
<b>Bezugspunktverschiebung</b>	
R-Parameter der ProNumeric .....	106
R-Parameter der XCx .....	109
<b>Bezugspunktverschiebung G92 .....</b>	<b>73</b>
<b>Bitvariable setzen .....</b>	<b>102</b>

### C

C-Achse .....	100
Cosinus .....	18

### D

DIN 66025 .....	7
Division .....	18
Drehzahl Spindel .....	25

### E

E... = -Befehl .....	16
E Abfragen einer Bitvariablen .....	102
Ebenenauswahl G17, G18 und G19 .....	40
Eilgang mit G10 .....	36

### F

Fase zwischen Geraden siehe RB Verschleifen .....	56
FFnnnn .....	22
Flachschleifzyklus \$41 .....	89
Fnnnn .....	21
Folgesätze programmieren .....	10

Freiforminterpolation G27 .....	42
F-Wort .....	74

## G

G0 Bahnsteuerung mit Eilganggeschwindigkeit .....	28
G1 Bahnsteuerung mit Geraden-Interpolation .....	29
G10 Punktsteuerung im Eilgang .....	36
G11 Anfahren Referenzpunkt .....	37
G12 Spiralinterpolation im Uhrzeigersinn .....	38
G13 Spiralinterpolation im Gegenuhrzeigersinn .....	38
G17 Arbeitsebene X/Y .....	40
G18 Arbeitsebene X/Z .....	40
G19 Arbeitsebene Y/Z .....	40
G2 Kreis- und Helixinterpolation im Uhrzeigersinn .....	30
G25 Online-Curve-Interpolation .....	41
G26 Online-Curve-Interpolation .....	41
G26 Rechenparameter aktualisieren bei Satzaufbereitung .....	43
G27 Freiforminterpolation .....	42
G28 Rechenparameter aktualisieren bei Satzausführung .....	43
G3 Kreis- und Helixinterpolation im Gegenuhrzeigersinn .....	30
G32 Gewinde .....	44
G33 Gewindeschneiden .....	45
G39 Zwischenspeicher leerfahren .....	47
G4 Verweilzeit .....	34
G40 Werkzeugradiuskorrektur ausschalten .....	48
G41 Werkzeugradiuskorrektur rechts .....	50
G42 Werkzeugradiuskorrektur links .....	50
G43 Werkzeugradiuskorrektur positiv .....	53
G44 Werkzeugradiuskorrektur negativ .....	53
G45 Bahnvorschubkorrektur ausschalten .....	55
G46 Bahnvorschubkorrektur einschalten .....	55
G50 Werkzeugradiuskorrektur ohne Übergangskontur .....	54
G53 bis G59 Nullpunktverschiebung .....	59
G60 Genauhalt selbsthaltend .....	35
G61 Überschleifen .....	60
G62 Satzwechsel mit Beschleunigungsüberwachung .....	62
G63 Gewindebohren .....	64
G64 Überschleifen ohne Geschwindigkeitseinbruch .....	61
G66 Synchronisation der IPO-Stützpunkte .....	65
G67 Sonderfunktion zum Pendeln .....	66
G70 Maßangabe in Inch .....	66
G71 Maßangabe in mm .....	66
G76 Gewindezyklus .....	67
G77 Gewindebohren Zyklus .....	69
G80 bis G89 Bearbeitungszyklen .....	71
G9 Genauhalt .....	35
G90 absolute Maßangabe .....	72
G91 inkrementale Maßangabe .....	72
G92 Bezugspunktverschiebung .....	73
G92-Verschiebung der ProNumeric .....	106
G92-Verschiebung der XCx .....	109
G93 F in % Eilgang .....	74
G94 F in mm/min .....	74
G95 F in mm/U .....	74
G96 Schnittgeschwindigkeit .....	75
G96 Schnittgeschwindigkeit .....	75
G97 Spindeldrehzahl .....	75
G97 Spindeldrehzahl .....	75
G98 G-Funktionen nach Unterprogramm .....	76
G99 G-Funktionen nach Unterprogramm .....	76
Genauhalt	
G935	
selbsthaltend G60 .....	35
Geraden-Interpolation G1 .....	29
geregelter Spindel .....	99
Geschwindigkeitsbeeinflussung siehe Verschleifen RD ..	57
Gewinde	

Bohren mit geregelter Spindel G32 .....	44
Bohren ohne Ausgleichsfutter G63 .....	64
Gewindeschneiden G33 .....	45
konisches .....	46
Steigung .....	45
Steigungsachse .....	86
Zyklus	
G76 .....	67
G77 .....	69
zylindrisches .....	46
G-Funktionen .....	26
G-Worte Übersicht .....	110

## H

HAND .....	20
Handradfreigabe zur Geschwindigkeitsüberlagerung .....	79
Handradfreigabe zur Wegüberlagerung .....	79
Helixinterpolation bei G12/G13 .....	38
Helixinterpolation G2/G3 .....	30

## I

Indirekte Programmierung .....	17
Indizierte Programmierung .....	17
Initialisierungsprogramm .....	12
inkrementale Maßangabe G91 .....	72
Integer-Werte .....	104, 107
Interrupteingang .....	96
IPO-Stützpunkte synchronisieren siehe G66 .....	65
Istwertsetzen G92 .....	73

## K

Kettenmaß	
\$91 Achsen .....	97
G91 Teilsystem .....	72
Kommentar .....	9
konisches Gewinde .....	46
Konstanten .....	19
Koordinatenberechnung .....	19
Korrekturwerte der Werkzeuglängen .....	114
Kreis-Interpolation G2/G3 .....	30
Kreismittelpunktkoordinaten bei G2/G3 .....	30

## M

M0 programmierter Halt .....	98
M1 wahlweiser Halt .....	98
M17 Unterprogrammende .....	12
M3 Spindel Drehrichtung Plus .....	99
M30 Programmende .....	12
M4 Spindel Drehrichtung Minus .....	99
M5 Spindel Halt .....	100
M90 – M98 Synchronisation Teilsysteme .....	101
Maßangaben absolut/inkremental .....	72
Meßtaster .....	96
metrisch/inch Umschaltung .....	66
M-Funktionen .....	98
M-Funktionen Übersicht .....	113
Multiplikation .....	18

## N

Nachfuhrbetrieb	
ausschalten .....	81
einschalten \$24 .....	80



intern einschalten \$23 .....	79
NC-Satz Aufbau .....	8
Negierte Zuweisung .....	18
Nullpunktüberlagerung	
R-Parameter der ProNumeric .....	106
R-Parameter der XCx .....	109
Nullpunktverschiebung	
G53 bis G59 .....	59
R-Parameter der ProNumeric .....	105
R-Parameter der XCx .....	108

## O

OCI .....	41
Online-Curve-Interpolation .....	41

## P

Pendeln	
mit kontinuierlicher Zustellung \$41 .....	89
mit Zustellung an Umkehrpunkten \$42 .....	91
Sonderfunktion G67 .....	66
Zustellung links \$44 .....	94
Zustellung rechts \$43 .....	93
Pendeln ausschalten \$40 .....	88
positionierter Spindelhalt .....	100
Programmaufbau .....	11
Programmende .....	12
Programmende M30 .....	12
programmierter Halt mit M0 .....	98
Programmname .....	11
Programmnummer .....	11
Punktsteuerung im Eilgang G10 .....	36

## Q

Quadrant .....	116
Quadrantenzuordnung .....	115
Quadratwurzel .....	18

## R

RA Verschleifen .....	56
Radienprogrammierung RC .....	32
Radius G96 .....	86
RB Verschleifen .....	56
RC Radienprogrammierung .....	32
RD Verschleifen .....	57
Rechenoperationen .....	18
Rechenparameter aktualisieren	
bei Satzaufbereitung (G29) .....	43
bei Satzausführung (G28) .....	43
Referenzpunkt Anfahren G11 .....	37
Referenzpunktsuchgeschwindigkeit bei G11 .....	37
Restweg löschen mit Interrupt .....	96
RF Verschleifen .....	58
R-Parameter	
Systemspezifische der ProNumeric .....	104
Systemspezifische der XCx .....	107
R-Parameter	
Bezugspunktverschiebungen der ProNumeric .....	106
Bezugspunktverschiebungen der XCx .....	109
der ProNumeric .....	104
der XCx .....	107
Nullpunktüberlagerungen der ProNumeric .....	106
Nullpunktüberlagerungen der XCx .....	109
Nullpunktverschiebungen der ProNumeric .....	105

Nullpunktverschiebungen der XCx .....	108
RS Rücksetzen einer Bitvariablen .....	103

## S

Satzaufbau NC-Satz .....	8
Satznummer .....	9
Satzwechsel bei unabhängigen Achsen .....	83
Satzwechsel mit Beschleunigungsüberwachung siehe G62 .....	62
Schaltfunktionen M-Funktionen .....	98
Schneidenradiuskorrektur .....	50
Schneidenradiuskorrektur Quadrantenzuordnung .....	115
Schneidenspitze .....	114
Schnittstelle CNC-SPS Übersicht .....	113
SE Setzen einer Bitvariablen .....	102
Sicherheitshinweise	
Darstellung Warnhinweise .....	6
Sinus .....	18
Snnnn .....	25
Spindeldrehung .....	99
Spindeldrehzahl S .....	25
Spindelhalt mit M5 .....	100
Spiralinterpolation G12/G13 .....	38
SRK .....	54
SRK Quadrantenzuordnung .....	115
Standzeit .....	116
Steigungsachse .....	86
Stillsetzen der Achsbewegung mit \$1 .....	78
Subtraktion .....	18
Synchronisation der IPO-Stützpunkte siehe G66 .....	65
Synchronisation von NC Teilsystemen .....	101
Synchronlauf	
ausschalten \$32 .....	85
einschalten \$31 .....	84
Systemspezifische R-Parameter der ProNumeric .....	104
Systemspezifische R-Parameter der XCx .....	107

## T

Tangens .....	18
Teilsysteme .....	101
Teilsystemwechsel von Achsen .....	95
Teilsystemzugehörigkeit von Achsen .....	95
T-Funktion .....	49
TI Verweilzeit .....	34
T-Wort .....	49

## Ü

Übergangsparabel siehe Verschleifen mit RD .....	57
Übergangsradius siehe RA Verschleifen .....	56
Überschleifen	
G61 .....	60
G64 .....	61
Übersicht	
G-Worte .....	110
M-Funktionen .....	113
Schnittstelle CNC-SPS .....	113
Übersicht \$-Worte .....	112

## U

Umschaltung metrisch/inch .....	66
Umsteuerverhalten .....	66
unabhängige Achsen	
in den Satzwechsel einbeziehen .....	82





mit Einzelschub .....	81
nicht im Satzwechsel .....	83
wieder interpolieren .....	82
Unbedingte Programmverzweigungen.....	13
Unterprogrammaufruf .....	14
Unterprogrammende M17 .....	12

## V

Vergleiche .....	15
Verschleifen	
RA.....	56
RB.....	56
RD.....	57
RF58	
Verweilzeit	
G434	
TI 34	
V-Konstant Radius .....	86
Vorschub F .....	21
Vorschub in % Eilgang.....	74
Vorschub je Umdrehung in mm .....	74
Vorschub programmieren.....	20, 21
Vorschubreduzierung FF .....	22
Vorschubreduzierung programmieren.....	22

## W

WA Warten auf Bitvariable=1 .....	103
wahlweise Halt mit M1.....	98

Werkzeug vermessen.....	114
Werkzeugauftrufhäufigkeit .....	116
Werkzeugauswahl .....	49
Werkzeugbezugspunkt .....	114
Werkzeugdatenspeicher .....	49, 116
Quadrant.....	116
Standzeit.....	116
Werkzeugauftrufhäufigkeit.....	116
Werkzeuglänge.....	116
Werkzeuglängenkorrektur .....	116
Werkzeugradius.....	116
Werkzeugverschleiß .....	116
Werkzeuglänge .....	114, 116
Werkzeuglängenkorrektur .....	116
Werkzeugradius.....	116
Werkzeugradiuskorrektur .....	50
ausschalten G40.....	48
Werkzeugradiuskorrektur G43/G44 .....	53
Werkzeugspeicher .....	49, 116
Werkzeugüberwachung .....	116, 117
Werkzeugverschleiß.....	116
WN Warten auf Bitvariable = 0 .....	103

## Z

Zeiger indizierte Programmierung .....	17
Zusätzliche Wegbedingungen \$-Funktionen .....	77
Zwischensätze G50 .....	54
Zwischenspeicher leertfahren G39 .....	47
zylindrisches Gewinde.....	46