

SINUMERIK 840D sl

Grundlagen

Programmierhandbuch

Gültig für

Steuerung
SINUMERIK 840D sl/840DE sl




Software Version
NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl 1.5/2.5

01/2008
6FC5398-1BP10-3AA0

Vorwort	
Geometrische Grundlagen	1
Grundlagen der NC-Programmierung	2
Anlegen eines NC-Programms	3
Werkzeugwechsel	4
Werkzeugkorrekturen	5
Spindelbewegung	6
Vorschubregelung	7
Geometrie-Einstellungen	8
Wegbefehle	9
Werkzeugradiuskorrekturen	10
Bahnfahrverhalten	11
Koordinatentransformationen (Frames)	12
Hilfsfunktionsausgaben	13
Ergänzende Befehle	14
Sonstige Informationen	15
Tabellen	16
Anhang	A

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.

 GEFAHR
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten wird , wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
 WARNUNG
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann , wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
 VORSICHT
mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
VORSICHT
ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
ACHTUNG
bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.


Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:

 WARNUNG
Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Vorwort

SINUMERIK-Dokumentation

Die SINUMERIK-Dokumentation ist in 3 Kategorien gegliedert:

- Allgemeine Dokumentation
- Anwender-Dokumentation
- Hersteller-/Service-Dokumentation

Eine monatlich aktualisierte Druckschriften-Übersicht mit den jeweils verfügbaren Sprachen finden Sie im Internet unter:

<http://www.siemens.com/motioncontrol>

Folgen Sie den Menüpunkten "Support" → "Technische Dokumentation" → "Druckschriften-Übersicht".

Die Internet-Ausgabe der DOConCD, die DOConWEB, finden Sie unter:

<http://www.automation.siemens.com/doconweb>

Informationen zum Trainingsangebot und zu FAQs (frequently asked questions) finden Sie im Internet unter:

<http://www.siemens.com/motioncontrol> und dort unter dem Menüpunkt "Support".

Zielgruppe

Die vorliegende Druckschrift wendet sich an:

- Programmierer
- Projekteure

Nutzen

Das Programmierhandbuch befähigt die Zielgruppe, Programme und Software-Oberflächen zu entwerfen, zu schreiben, zu testen und Fehler zu beheben.

Standardumfang

In der vorliegenden Programmieranleitung ist die Funktionalität des Standardumfangs beschrieben. Ergänzungen oder Änderungen, die durch den Maschinenhersteller vorgenommen werden, werden vom Maschinenhersteller dokumentiert.

Es können in der Steuerung weitere, in dieser Dokumentation nicht erläuterte Funktionen ablauffähig sein. Es besteht jedoch kein Anspruch auf diese Funktionen bei der Neulieferung bzw. im Servicefall.

Ebenso enthält diese Dokumentation aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht sämtliche Detailinformationen zu allen Typen des Produkts und kann auch nicht jeden denkbaren Fall der Aufstellung, des Betriebes und der Instandhaltung berücksichtigen.

Technical Support

Bei technischen Fragen wenden Sie sich bitte an folgende Hotline:

	Europa / Afrika
Telefon	+49 180 5050 222
Fax	+49 180 5050 223
Internet	http://www.siemens.com/automation/support-request

	Amerika
Telefon	+1 423 262 2522
Fax	+1 423 262 2200
E-Mail	mailto:techsupport.sea@siemens.com

	Asien / Pazifik
Telefon	+86 1064 719 990
Fax	+86 1064 747 474
E-Mail	mailto:adsupport.asia@siemens.com

Hinweis

Landesspezifische Telefonnummern für technische Beratung finden Sie im Internet:
<http://www.siemens.com/automation/service&support>

Fragen zur Dokumentation

Bei Fragen zur Dokumentation (Anregungen, Korrekturen) senden Sie bitte ein Fax oder eine E-Mail an folgende Adresse:

Fax: +49 9131- 98 63315

E-Mail: <mailto:docu.motioncontrol@siemens.com>

Eine Faxvorlage finden Sie im Anhang dieses Dokuments.

Internetadresse für SINUMERIK

<http://www.siemens.com/sinumerik>

Exportvariante

Folgende Funktionen sind in der Exportvariante nicht enthalten:

Funktion	840DE sl
Schraubenlinieninterpolation 2D+6 (Grundausführung, keine Option)	-
Bearbeitungspaket Fräsen	-
Bearbeitungspaket 5 Achsen	-
Transformationspaket Handling	-
Mehrachsen-Interpolation (>4 interpolierende Achsen)	-
OA-NCK-Compilezyklen	-
Abstandsregelung 1D/3D im LR-Takt ¹⁾	-
Synchronaktionen ¹⁾ (Grundausführung, keine Option)	#
Leitwertkopplung und Kurventabellen-Interpolation	#
Durchhangskompensation mehrdimensional	#
Synchronaktionen Stufe 2 ¹⁾	-
Elektronisches Getriebe ¹⁾	-
Elektronischer Transfer	-

eingeschränkte Funktionalität
- Funktion nicht möglich

¹⁾ Die Funktionseinschränkungen für die Export-Variante SINUMERIK 840DE sl sind auf "max. 4 interpolierende Achsen" begrenzt.

Programmierhandbuch "Grundlagen" und "Arbeitsvorbereitung"

Die Beschreibungen zur NC-Programmierung sind auf zwei Handbücher verteilt:

1. Grundlagen

Das Programmierhandbuch "Grundlagen" dient dem Maschinenfacharbeiter und setzt entsprechende Kenntnisse für Bohr-, Fräs- und Drehbearbeitungen voraus. An einfachen Programmierbeispielen werden die auch nach DIN 66025 bekannten Befehle und Anweisungen erläutert.

2. Arbeitsvorbereitung

Das Programmierhandbuch "Arbeitsvorbereitung" dient dem Technologen mit Kenntnissen über die gesamten Programmiermöglichkeiten. Die SINUMERIK 840D sl ermöglicht mit einer speziellen Programmiersprache die Programmierung eines komplexen Werkstückprogramms (z. B. Freiformflächen, Kanalkoordinierung, ...) und erleichtert dem Technologen eine aufwendige Programmierung.

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	3
1	Geometrische Grundlagen	13
1.1	Werkstück-Positionen	13
1.1.1	Werkstück-Koordinatensysteme	13
1.1.2	Kartesische Koordinaten.....	15
1.1.3	Polarkoordinaten.....	18
1.1.4	Absolutmaß.....	19
1.1.5	Kettenmaß.....	20
1.2	Arbeitsebenen.....	23
1.3	Nullpunkte und Referenzpunkte.....	25
1.4	Koordinatensysteme	27
1.4.1	Maschinen-Koordinatensystem (MKS)	27
1.4.2	Basiskoordinatensystem (BKS)	31
1.4.3	Basis-Nullpunktsystem (BNS).....	33
1.4.4	Einstellbares Nullpunktsystem (ENS).....	34
1.4.5	Werkstück-Koordinatensystem (WKS)	35
1.4.6	Wie hängen die verschiedenen Koordinatensysteme zusammen?.....	36
2	Grundlagen der NC-Programmierung	37
2.1	Benennung eines NC-Programms	37
2.2	Aufbau und Inhalte eines NC-Programms	39
2.2.1	Sätze und Satzkomponenten.....	39
2.2.2	Satzregeln.....	42
2.2.3	Wertzuweisungen	44
2.2.4	Kommentare.....	45
2.2.5	Ausblenden von Sätzen	46
3	Anlegen eines NC-Programms	49
3.1	Grundsätzliches Vorgehen.....	49
3.2	Verfügbare Zeichen	51
3.3	Programmkopf.....	53
3.4	Programmbeispiele	55
3.4.1	Beispiel 1: Erste Programmierschritte	55
3.4.2	Beispiel 2: NC-Programm zum Drehen	56
3.4.3	Beispiel 3: NC-Programm zum Fräsen.....	58
4	Werkzeugwechsel	61
4.1	Werkzeugwechsel ohne Werkzeugverwaltung.....	62
4.1.1	Werkzeugwechsel mit T-Befehl	62
4.1.2	Werkzeugwechsel mit M06.....	63
4.2	Werkzeugwechsel mit Werkzeugverwaltung (Option)	65
4.2.1	Werkzeugwechsel mit T-Befehl bei aktiver WZV (Option).....	66

4.2.2	Werkzeugwechsel mit M06 bei aktiver WZV (Option)	68
4.3	Verhalten bei fehlerhafter T-Programmierung	70
5	Werkzeugkorrekturen	71
5.1	Werkzeuglängenkorrektur	72
5.2	Werkzeugradiuskorrektur	73
5.3	Werkzeug-Korrekturspeicher	74
5.4	Werkzeugtypen	76
5.4.1	Fräswerkzeuge	77
5.4.2	Bohrer	79
5.4.3	Schleifwerkzeuge	80
5.4.4	Drehwerkzeuge	81
5.4.5	Sonderwerkzeuge	83
5.4.6	Verkettungsvorschrift	84
5.5	Werkzeugkorrektur-Aufruf (D)	84
5.6	Änderung der Werkzeugkorrekturdaten	87
5.7	Programmierbarer Werkzeugkorrektur-Offset (TOFFL, TOFF, TOFFR)	88
6	Spindelbewegung	95
6.1	Spindeldrehzahl (S), Spindeldrehrichtung (M3, M4, M5)	95
6.2	Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) ...	100
6.3	Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF)	107
6.4	Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26)	109
7	Vorschubregelung	111
7.1	Vorschub (G93, G94, G95 oder F..., FGROU, FL, FGREF)	111
7.2	Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)	120
7.3	Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF)	124
7.4	Spindeln positionieren (SPOS, M19 und SPOSA, WAITS)	125
7.5	Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF)	134
7.6	Prozentuale Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA)	138
7.7	Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA)	140
7.8	Prozentuale Beschleunigungskorrektur (ACC) (Option)	144
7.9	Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN)	146
7.10	Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA)	149
7.11	Satzweiser Vorschub (FB)	152
8	Geometrie-Einstellungen	155
8.1	Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 bis G57, G505 bis G599, G53, G500, SUPA, G153)	155
8.2	Wahl der Arbeitsebene (G17 bis G19)	161
8.3	Maßangaben	165
8.3.1	Absolutmaßangabe (G90, AC)	165

8.3.2	Kettenmaßangabe (G91, IC).....	168
8.3.3	Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91).....	172
8.3.4	Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN)	174
8.3.5	Inch-Maßangabe oder metrische Maßangabe (G70/G700, G71/G710).....	177
8.3.6	Kanalspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMON, DIAM90, DIAMOF).....	180
8.3.7	Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC).....	182
8.4	Lage des Werkstücks beim Drehen.....	188
9	Wegbefehle	191
9.1	Fahrbefehle mit kartesischen Koordinaten (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...)	193
9.2	Fahrbefehle mit Polarkoordinaten.....	195
9.2.1	Bezugspunkt der Polarkoordinaten (G110, G111, G112).....	195
9.2.2	Fahrbefehle mit Polarkoordinaten (G0, G1, G2, G3, AP, RP)	198
9.3	Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF)	202
9.4	Geradeninterpolation (G1)	207
9.5	Kreisinterpolation	210
9.5.1	Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...)	210
9.5.2	Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...).....	214
9.5.3	Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., CR).....	218
9.5.4	Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR)	220
9.5.5	Kreisinterpolation mit Polarkoordinaten (G2/G3, AP, RP)	223
9.5.6	Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...).....	225
9.5.7	Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT, X... Y... Z...)	228
9.6	Schraubenlinien-Interpolation (G2/G3, TURN).....	232
9.7	Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW).....	235
9.8	Konturzüge.....	241
9.8.1	Konturzüge: Eine Gerade (ANG)	242
9.8.2	Konturzüge: Zwei Geraden (ANG).....	244
9.8.3	Konturzüge: Drei Geraden (ANG).....	247
9.8.4	Konturzüge: Endpunktprogrammierung mit Winkel	251
9.9	Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33)	252
9.9.1	Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF)	252
9.9.2	Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE)	261
9.10	Gewindeschneiden mit zu- oder abnehmender Steigung (G34, G35).....	264
9.11	Gewindebohren ohne Ausgleichfutter (G331, G332).....	266
9.12	Gewindebohren mit Ausgleichfutter (G63).....	270
9.13	Stopp beim Gewindeschneiden	272
9.13.1	Rückzug für Gewindeschneiden (LFON, LFOF, LIFTFAST, DILF, ALF).....	272
9.13.2	Abheben beim Rückzug (LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN).....	274
9.14	Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)	278
10	Werkzeugradiuskorrekturen.....	285
10.1	Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN).....	285
10.2	Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT)	297
10.3	Korrektur an den Außenecken (G450, G451, DISC)	305

10.4	Weiches An- und Abfahren	310
10.4.1	An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD).....	310
10.4.2	An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462).....	323
10.5	Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2).....	328
10.6	2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF)	331
10.7	Werkzeugradiuskorrektur konstant halten (CUTCONON, CUTCONOF).....	335
10.8	Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage	337
11	Bahnfahrverhalten	339
11.1	Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603).....	339
11.2	Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, ADIS, ADISPOS)	343
12	Koordinatentransformationen (Frames)	355
12.1	Frame-Konzept	355
12.2	Frame-Anweisungen	357
12.3	Programmierbare Nullpunktverschiebung.....	360
12.3.1	Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS)	360
12.3.2	Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59).....	366
12.4	Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL)	369
12.5	Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS)	379
12.6	Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE)	380
12.7	Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR).....	384
12.8	Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT)	390
12.9	Frame abwählen (G53, G153, SUPA, G500).....	395
12.10	DRF-(Handrad)Verschiebungen, überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF)...	396
13	Hilfsfunktionsausgaben.....	399
13.1	M-Funktionen	403
14	Ergänzende Befehle	407
14.1	Meldungen (MSG).....	407
14.2	Arbeitsfeldbegrenzung	408
14.2.1	Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF).....	408
14.2.2	Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10)	413
14.3	Referenzpunktfahren (G74)	416
14.4	Festpunkt anfahren (G75).....	417
14.5	Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW)	419
14.6	Beschleunigungsverhalten	425
14.6.1	Beschleunigungsmodi (BRISK, SOFT, DRIVE).....	425
14.6.2	Beeinflussung der Beschleunigung bei Folgeachsen (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA)....	428
14.6.3	Technologie G-Gruppe (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH).....	430
14.7	Fahren mit Vorsteuerung (FFWON, FFWOF).....	432

14.8	Konturgenauigkeit (CPRECON, CPRECOF).....	433
14.9	Verweilzeit, Verzögerung (G4, WRTPR)	434
14.10	Interner Vorlaufstopp	436
15	Sonstige Informationen.....	437
15.1	Achsen	437
15.1.1	Hauptachsen/Geometrieachsen	439
15.1.2	Zusatzachsen.....	440
15.1.3	Hauptspindel, Masterspindel.....	440
15.1.4	Maschinenachsen	441
15.1.5	Kanalachsen	441
15.1.6	Bahnachsen	441
15.1.7	Positionierachsen.....	442
15.1.8	Synchronachsen	443
15.1.9	Kommandoachsen	443
15.1.10	PLC-Achsen.....	443
15.1.11	Linkachsen	443
15.1.12	Lead-Linkachsen.....	446
15.2	Koordinatensysteme und Werkstückbearbeitung	448
15.3	Adressen	450
15.4	Bezeichner	454
15.5	Konstanten.....	456
16	Tabellen.....	459
16.1	Anweisungen.....	459
16.2	Adressen	510
16.3	G-Funktionen / Wegbedingungen	520
16.4	Vordefinierte Unterprogrammaufrufe	537
16.5	Vordefinierte Unterprogrammaufrufe in Bewegungssynchronaktionen	555
16.6	Vordefinierte Funktionen.....	556
16.7	Rechenoperatoren / Rechenfunktionen	563
16.8	Vergleichsoperatoren.....	564
16.9	Logische Operatoren	564
16.10	Datentypen.....	564
A	Anhang	565
A.1	Liste der Abkürzungen	565
A.2	Feedback zur Dokumentation	571
A.3	Dokumentationsübersicht	573
	Glossar	575
	Index.....	603

Geometrische Grundlagen

1.1 Werkstück-Positionen

1.1.1 Werkstück-Koordinatensysteme

Damit die Maschine bzw. Steuerung mit den im NC-Programm angegebenen Positionen arbeiten kann, müssen diese Angaben in einem Bezugssystem gemacht werden, das auf die Bewegungsrichtungen der Maschinenachsen übertragen werden kann. Dazu benutzt man ein Koordinatensystem mit den Achsen X, Y und Z.

Nach DIN 66217 werden für Werkzeugmaschinen rechtsdrehende, rechtwinkelige (kartesische) Koordinatensysteme benutzt.

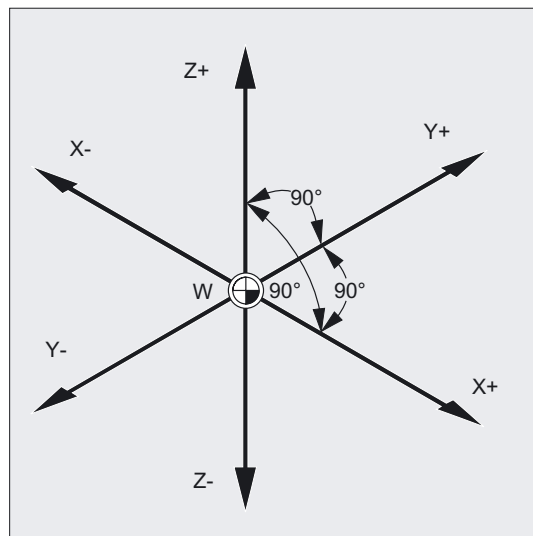


Bild 1-1 Werkstück-Koordinatensystem für Fräsen

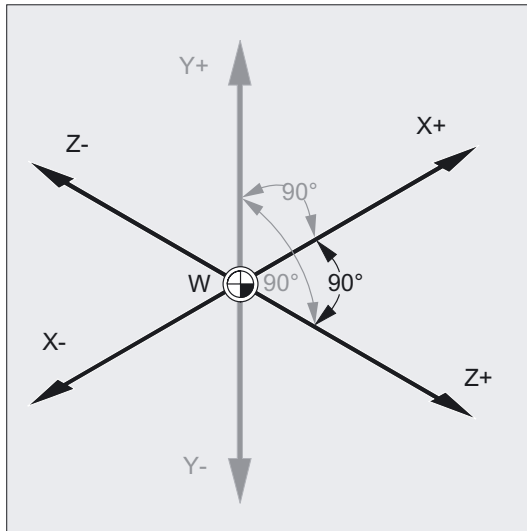


Bild 1-2 Werkstück-Koordinatensystem für Drehen

Der Werkstück-Nullpunkt (W) ist der Ursprung des Werkstück-Koordinatensystems.

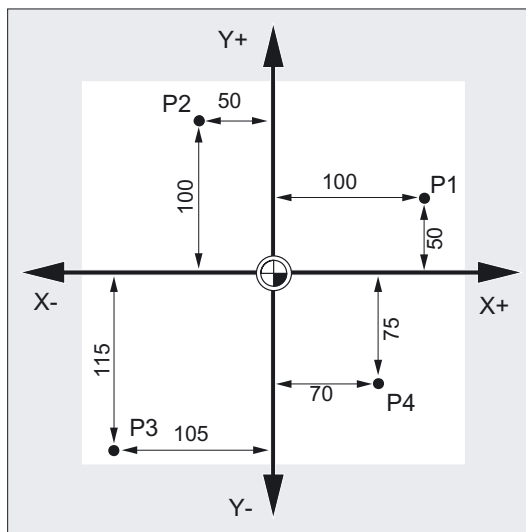
Manchmal ist es sinnvoll oder sogar notwendig, mit negativen Positionsangaben zu arbeiten. Deshalb erhalten die Positionen, die sich jeweils links vom Nullpunkt befinden, ein negatives Vorzeichen ("-").

1.1.2 Kartesische Koordinaten

Die Achsen im Koordinatensystem sind vermaßt. Dadurch ist es möglich, jeden Punkt im Koordinatensystem und damit jede Werkstück-Position durch die Richtung (X, Y und Z) und drei Zahlenwerte eindeutig zu beschreiben. Der Werkstück-Nullpunkt hat immer die Koordinaten X0, Y0 und Z0.

Positionsangaben in Form kartesischer Koordinaten

Der Einfachheit halber betrachten wir bei dem folgenden Beispiel nur eine Ebene des Koordinatensystems, die X/Y-Ebene:

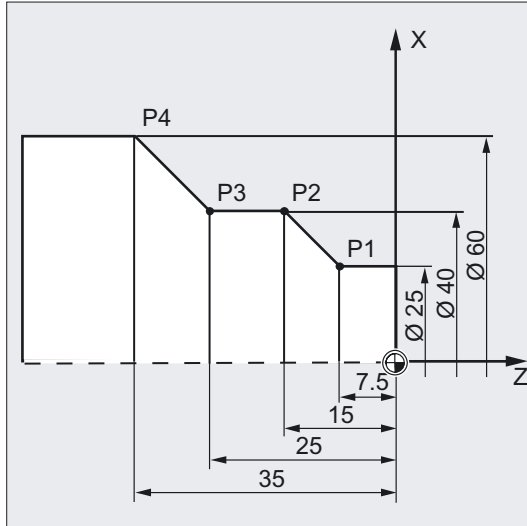


Die Punkte P1 bis P4 besitzen folgende Koordinaten:

Position	Koordinaten
P1	X100 Y50
P2	X-50 Y100
P3	X-105 Y-115
P4	X70 Y-75

Beispiel: Werkstück-Positionen beim Drehen

Bei Drehmaschinen genügt eine Ebene, um die Kontur zu beschreiben:

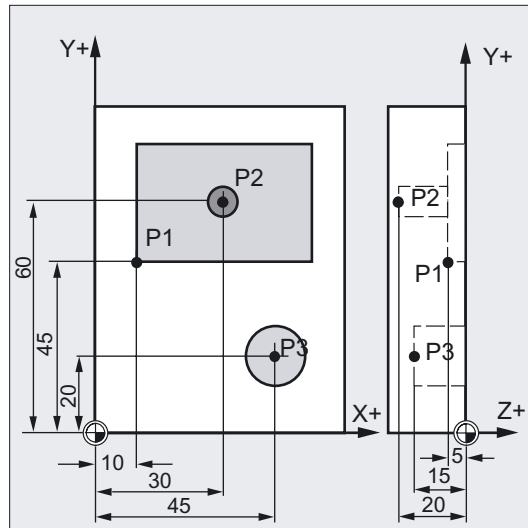


Die Punkte P1 bis P4 besitzen folgende Koordinaten:

Position	Koordinaten
P1	X25 Z-7.5
P2	X40 Z-15
P3	X40 Z-25
P4	X60 Z-35

Beispiel: Werkstück-Positionen beim Fräsen

Bei Fräsbearbeitungen muss auch die Zustelltiefe beschrieben werden, d. h. es muss auch der dritten Koordinate (in diesem Fall Z) ein Zahlenwert zugeordnet werden.



Die Punkte P1 bis P3 besitzen folgende Koordinaten:

Position	Koordinaten
P1	X10 Y45 Z-5
P2	X30 Y60 Z-20
P3	X45 Y20 Z-15

1.1.3 Polarkoordinaten

Anstelle von kartesischen Koordinaten können zur Beschreibung von Werkstück-Positionen auch Polarkoordinaten verwendet werden. Das ist dann sinnvoll, wenn ein Werkstück oder ein Teil eines Werkstücks mit Radius und Winkel vermaßt ist. Der Punkt, von dem die Vermaßung ausgeht, heißt "Pol".

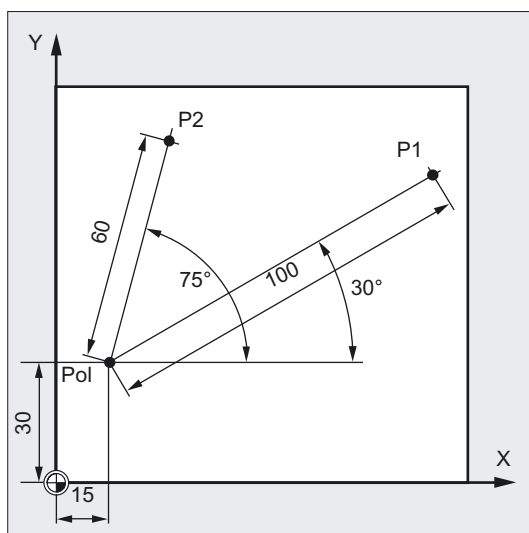
Positionsangaben in Form von Polarkoordinaten

Polarkoordinaten setzen sich zusammen aus dem **Polarradius** und dem **Polarwinkel**.

Der Polarradius ist der Abstand zwischen dem Pol und der Position.

Der Polarwinkel ist der Winkel zwischen dem Polarradius und der waagrechten Achse der Arbeitsebene. Negative Polarwinkel verlaufen im Uhrzeigersinn, positive im Gegenuhrzeigersinn.

Beispiel



Die Punkte P1 und P2 können, bezogen auf den Pol, wie folgt beschrieben werden:

Position	Polarkoordinaten
P1	RP=100 AP=30
P2	RP=60 AP=75
RP: Polarradius	
AP: Polarwinkel	

1.1.4 Absolutmaß

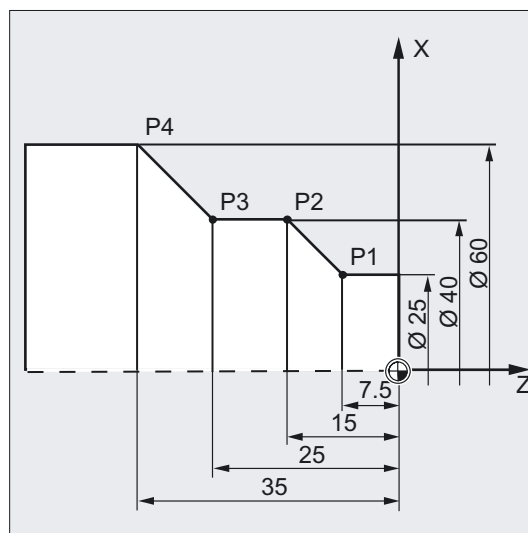
Positionsangaben im Absolutmaß

Beim Absolutmaß beziehen sich alle Positionsangaben immer auf den gerade gültigen Nullpunkt.

Im Hinblick auf die Werkzeugbewegung bedeutet das:

Die Absolutmaßangabe beschreibt die Position, auf die das Werkzeug fahren soll.

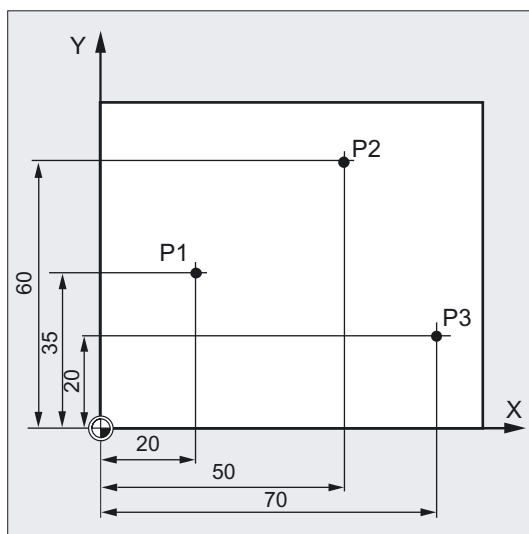
Beispiel: Drehen



Im Absolutmaß ergeben sich für die Punkte P1 bis P4 folgende Positionsangaben:

Position	Positionsangabe im Absolutmaß
P1	X25 Z-7,5
P2	X40 Z-15
P3	X40 Z-25
P4	X60 Z-35

Beispiel: Fräsen



Im Absolutmaß ergeben sich für die Punkte P1 bis P3 folgende Positionsangaben:

Position	Positionsangabe im Absolutmaß
P1	X20 Y35
P2	X50 Y60
P3	X70 Y20

1.1.5 Kettenmaß

Positionsangaben im Kettenmaß (Inkrementalmaß)

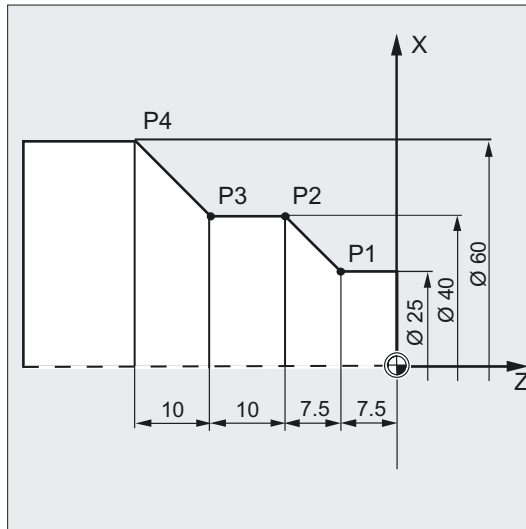
In Fertigungszeichnungen beziehen sich die Maße häufig nicht auf den Nullpunkt, sondern auf einen anderen Werkstückpunkt. Um solche Maße nicht umrechnen zu müssen, gibt es die Möglichkeit der Ketten- oder Inkrementalmaßangabe. Bei dieser Art der Maßangabe bezieht sich eine Positionsangabe auf den jeweils vorherigen Punkt.

Im Hinblick auf die Werkzeugbewegung bedeutet das:

Die Kettenmaßangabe beschreibt, um wie viel das Werkzeug verfahren soll.

Beispiel Drehen

Die Positionsangaben für die Punkte P2 bis P4 im Kettenmaß lauten:



Im Kettenmaß ergeben sich für die Punkte P2 bis P4 folgende Positionsangaben:

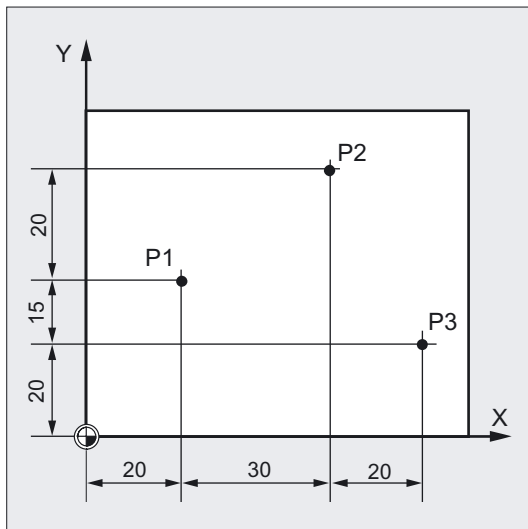
Position	Positionsangabe im Kettenmaß	Die Angabe bezieht sich auf:
P2	X15 Z-7,5	P1
P3	Z-10	P2
P4	X20 Z-10	P3

Hinweis

Bei anstehendem DIAMOF oder DIAM90 wird der Sollweg bei Kettenmaßangabe (G91) als Radiusmaß programmiert.

Beispiel Fräsen

Die Positionsangaben für die Punkte P1 bis P3 im Kettenmaß lauten:



Im Kettenmaß ergeben sich für die Punkte P1 bis P3 folgende Positionsangaben:

Position	Positionsangabe im Kettenmaß	Die Angabe bezieht sich auf:
P1	X20 Y35	Nullpunkt
P2	X30 Y20	P1
P3	X20 Y-35	P2

1.2 Arbeitsebenen

Ein NC-Programm muss die Information enthalten, in welcher Ebene gearbeitet werden soll. Nur dann kann die Steuerung beim Abarbeiten des NC-Programms Werkzeugkorrekturwerte richtig verrechnen. Zusätzlich hat die Angabe der Arbeitsebene für bestimmte Arten der Kreisprogrammierung und bei Polarkoordinaten eine Bedeutung.

Jeweils zwei Koordinatenachsen legen eine Arbeitsebene fest. Die dritte Koordinatenachse steht jeweils senkrecht auf dieser Ebene und bestimmt die Zustellrichtung des Werkzeugs (z. B. für 2D-Bearbeitung).

Arbeitsebenen beim Drehen / Fräsen

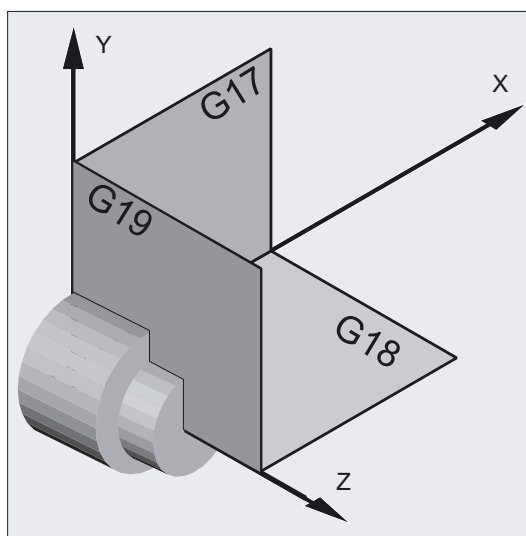


Bild 1-3 Arbeitsebenen beim Drehen

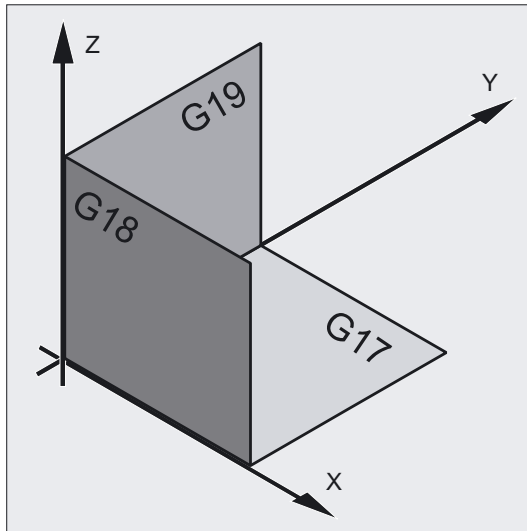


Bild 1-4 Arbeitsebenen beim Fräsen




Programmierung der Arbeitsebenen




Die Arbeitsebenen werden im NC-Programm mit den G-Befehlen G17, G18 und G19 wie folgt definiert:

G-Befehl	Arbeitsebene	Zustellrichtung	Abszisse	Ordinate	Applikate
G17	X/Y	Z	X	Y	Z
G18	Z/X	Y	Z	X	Y
G19	Y/Z	X	Y	Z	X

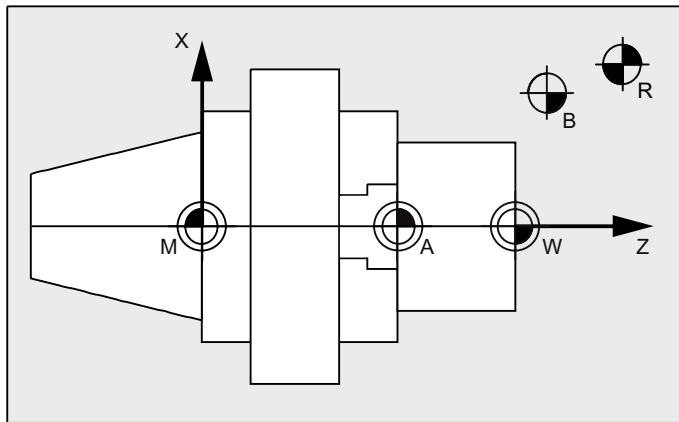
1.3 Nullpunkte und Referenzpunkte

An einer NC-Maschine sind verschiedene Nullpunkte und Referenzpunkte definiert:

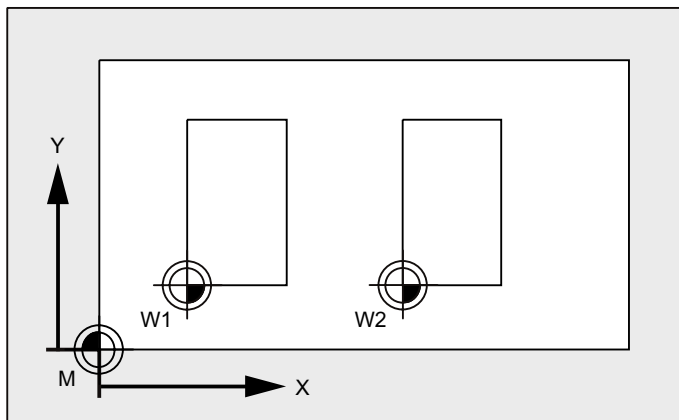
Nullpunkte		
	M	Maschinen-Nullpunkt Mit dem Maschinen-Nullpunkt wird das Maschinen-Koordinatensystem (MKS) festgelegt. Auf den Maschinennullpunkt beziehen sich alle anderen Bezugspunkte.
	W	Werkstück-Nullpunkt = Programm-Nullpunkt Der Werkstücknullpunkt legt das Werkstück-Koordinatensystem in Bezug auf den Maschinennullpunkt fest.
	A	Anschlagpunkt Kann mit dem Werkstück-Nullpunkt zusammenfallen (nur bei Drehmaschinen).

Referenzpunkte		
	R	Referenzpunkt Durch Nocken und Messsystem festgelegte Position. Der Abstand zum Maschinen-Nullpunkt M muss bekannt sein, so dass die Achsposition an dieser Stelle exakt auf diesen Wert gesetzt werden kann.
	B	Startpunkt Per Programm festlegbar. Hier beginnt das 1. Werkzeug der Bearbeitung.
	T	Werkzeugträgerbezugspunkt Befindet sich an der Werkzeughalteraufnahme. Durch Eingabe der Werkzeuglängen berechnet die Steuerung den Abstand der Werkzeugspitze vom Werkzeugträgerbezugspunkt.

Bezugspunkte beim Drehen



Bezugspunkte beim Fräsen



1.4 Koordinatensysteme

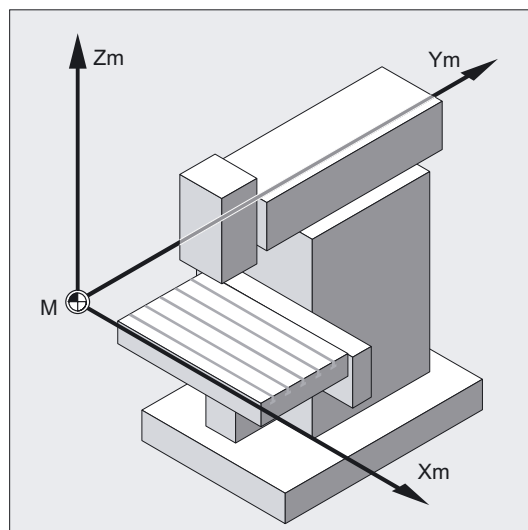
Folgende Koordinatensysteme werden unterschieden:

- Maschinen-Koordinaten-System (MKS) mit dem Maschinen-Nullpunkt **M**
- Basis-Koordinaten-System (BKS)
- Basis-Nullpunkt-System (BNS)
- Einstellbares Nullpunkt-System (ENS)
- Werkstück-Koordinaten-System (WKS) mit dem Werkstück-Nullpunkt **W**

1.4.1 Maschinen-Koordinatensystem (MKS)

Das Maschinen-Koordinatensystem wird aus allen physikalisch vorhandenen Maschinenachsen gebildet.

Im Maschinen-Koordinatensystem sind Referenzpunkte, Werkzeug- und Palettenwechsellpunkte (Maschinenfestpunkte) definiert.



Wenn direkt im Maschinen-Koordinatensystem programmiert wird (bei einigen G-Funktionen möglich), so werden die physikalischen Achsen der Maschine direkt angesprochen. Eine eventuell vorhandene Werkstückaufspannung wird dabei nicht berücksichtigt.

Hinweis

Falls es verschiedene Maschinen-Koordinatensysteme gibt (z. B. 5-Achs-Transformation), dann wird durch interne Transformation die Maschinenkinematik auf das Koordinatensystem abgebildet, in dem programmiert wird.

Drei-Finger-Regel

Wie das Koordinatensystem relativ zur Maschine liegt, ist abhängig vom Maschinentyp. Die Achsrichtungen folgen der sogenannten "Drei-Finger-Regel" der **rechten** Hand (nach DIN 66217).

Steht man vor der Maschine so zeigt der Mittelfinger der rechten Hand gegen die Zustellrichtung der Hauptspindel. Dann bezeichnet:

- der Daumen die Richtung +X
- der Zeigefinger die Richtung +Y
- der Mittelfinger die Richtung +Z

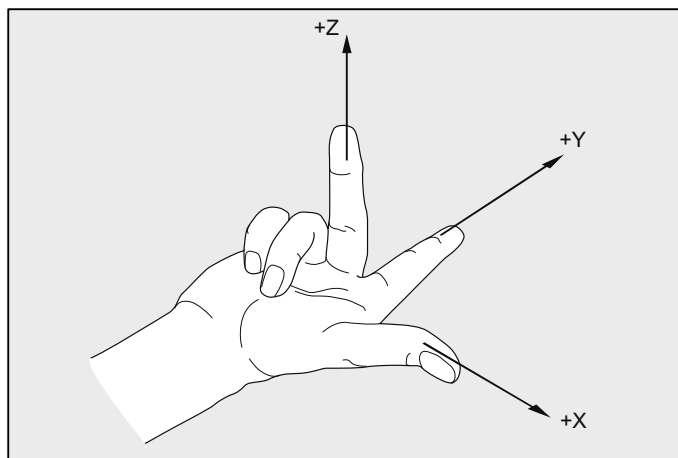
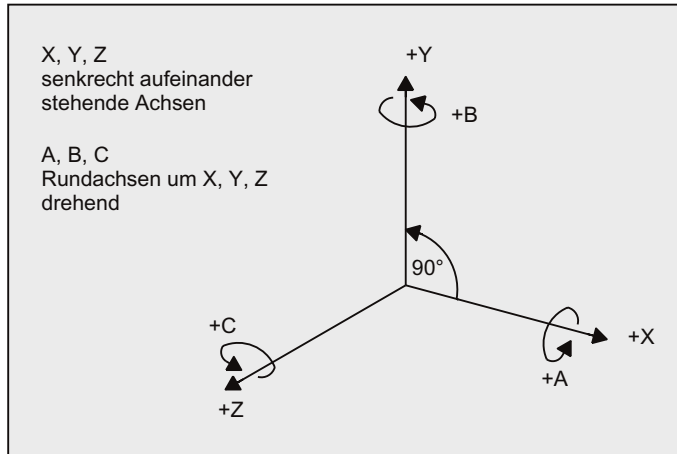


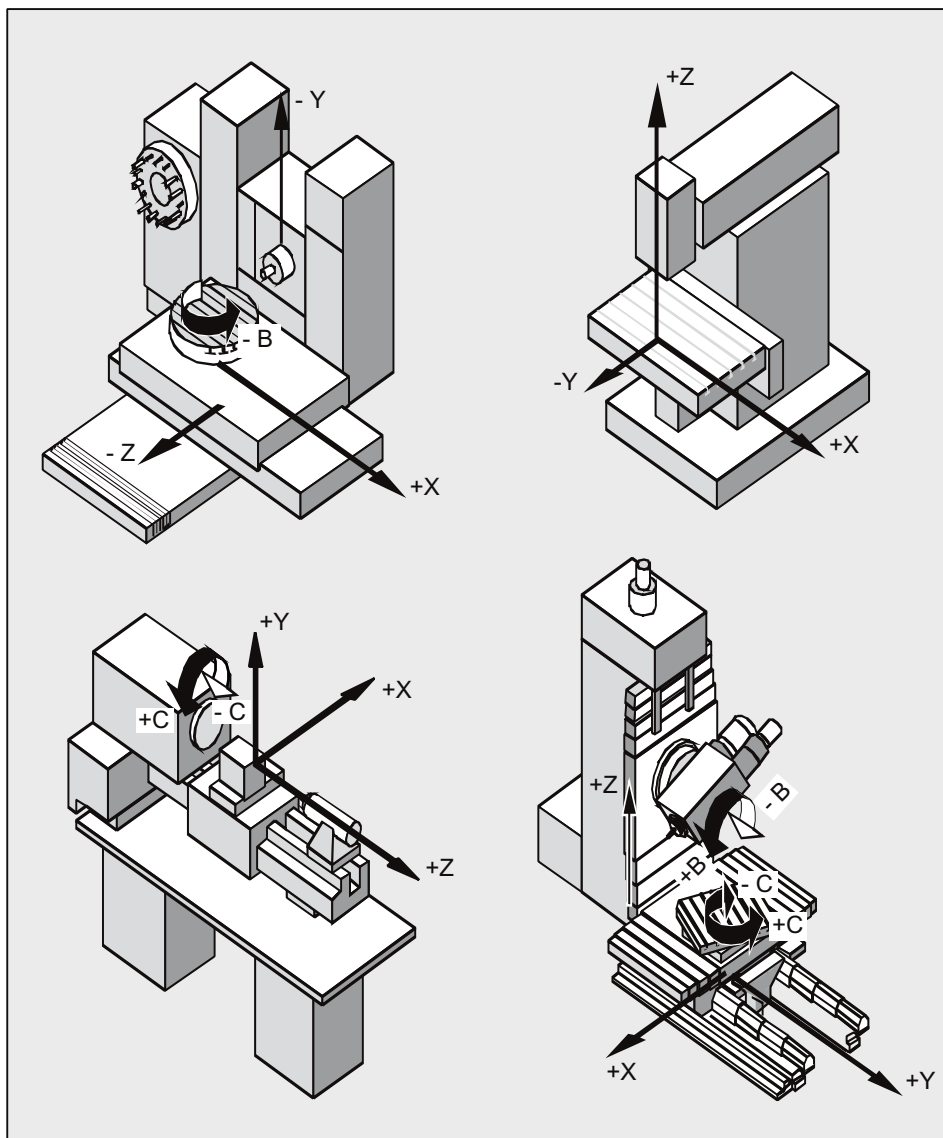
Bild 1-5 "Drei-Finger-Regel"

Drehbewegungen um die Koordinatenachsen X, Y und Z werden mit A, B und C bezeichnet. Der Drehsinn der Drehung ist positiv, wenn die Drehbewegung bei Blick in die positive Richtung der Koordinatenachse im Uhrzeigersinn erfolgt:



Lage des Koordinatensystems bei unterschiedlichen Maschinentypen

Die Lage des Koordinatensystems, die sich aus der "Drei-Finger-Regel" ergibt, kann bei unterschiedlichen Maschinentypen unterschiedlich ausgerichtet sein. Hier einige Beispiele:



1.4.2 Basiskoordinatensystem (BKS)

Das Basiskoordinatensystem (BKS) besteht aus drei rechtwinklig angeordneten Achsen (Geometrieachsen), sowie aus weiteren Achsen (Zusatzachsen) ohne geometrischen Zusammenhang.

WZ-Maschinen ohne kinematische Transformation

Das BKS und das MKS fallen immer dann zusammen, wenn das BKS ohne kinematische Transformation (z. B. 5-Achstransformation, TRANSMIT / TRACYL / TRAANG) auf das MKS abgebildet werden kann.

Bei diesen Maschinen können Maschinenachsen und Geometrieachsen den gleichen Namen haben.

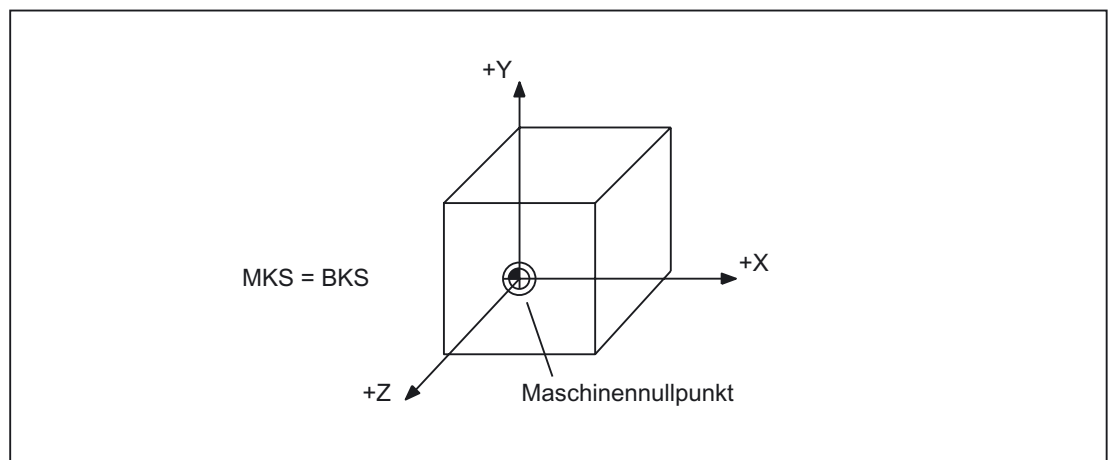


Bild 1-6 MKS=BKS ohne kinematische Transformation

WZ-Maschinen mit kinematischer Transformation

Das BKS und das MKS fallen nicht zusammen, wenn das BKS mit kinematischer Transformation (z. B. 5-Achstransformation, TRANSMIT / TRACYL / TRAANG) auf das MKS abgebildet wird.

Bei diesen Maschinen müssen Maschinenachsen und Geometrieachsen unterschiedliche Namen haben.

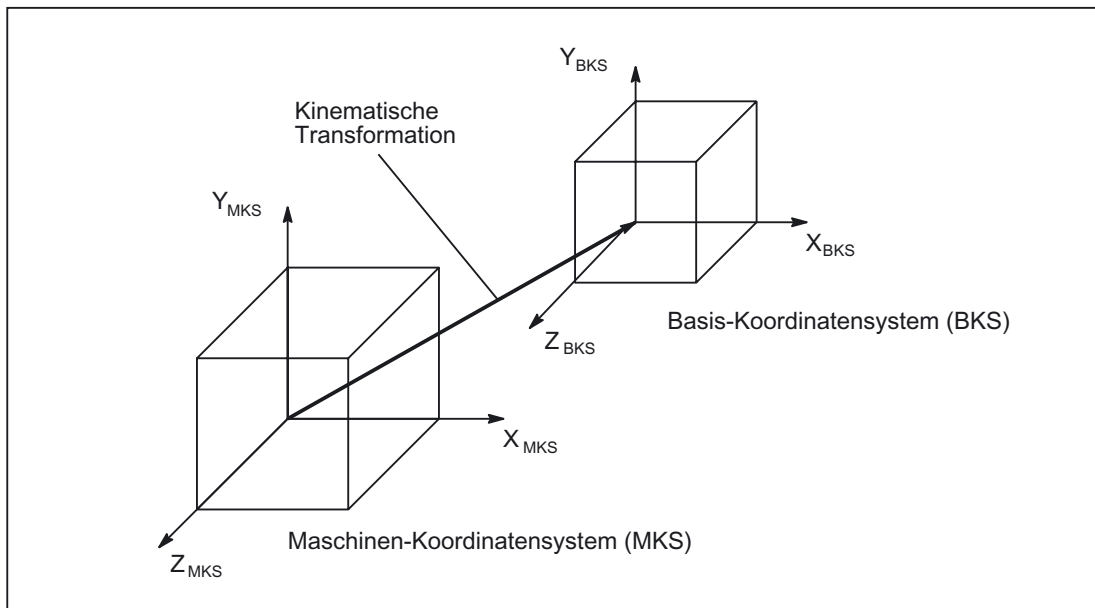


Bild 1-7 Kinematische Transformation zwischen MKS und BKS

Maschinenkinematik

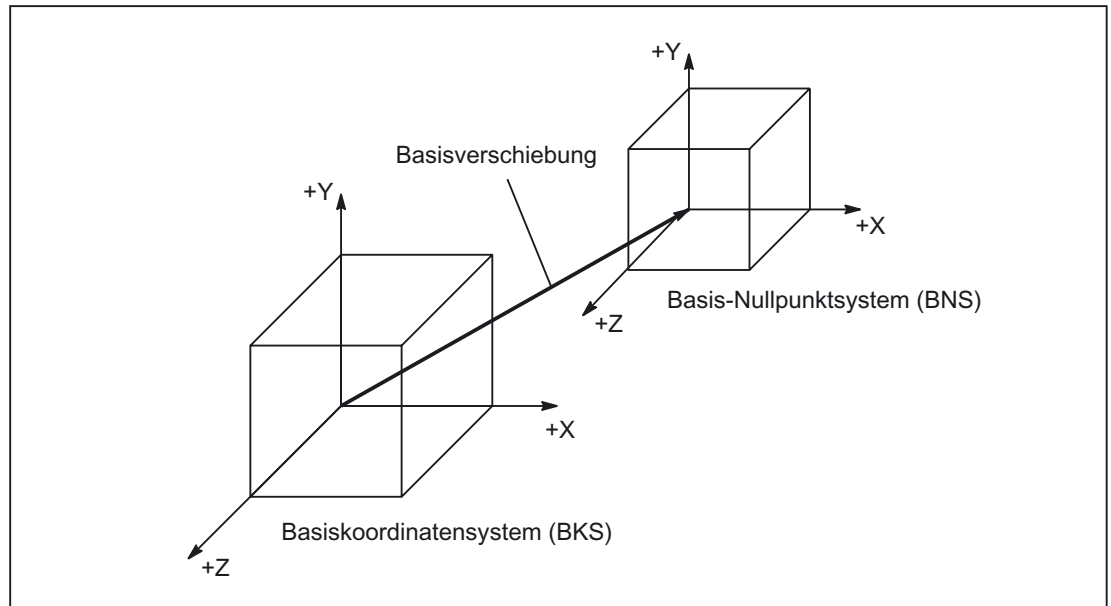
Das Werkstück wird immer in einem zwei- oder dreidimensionalen rechtwinkligen Koordinatensystem (WKS) programmiert. Zur Fertigung dieser Werkstücke werden aber immer häufiger Werkzeugmaschinen mit Rundachsen oder nicht rechtwinklig angeordneten Linearachsen eingesetzt. Zur Abbildung der im WKS programmierten Koordinaten (rechtwinklig) in reale Maschinenachsbewegungen dient die kinematische Transformation.

Literatur

- Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Kinematische Transformation (M1)
- Funktionshandbuch Sonderfunktionen; 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)

1.4.3 Basis-Nullpunktsystem (BNS)

Das Basis-Nullpunktsystem (BNS) ergibt sich aus dem Basis-Koordinatensystem durch die Basisverschiebung.



Basisverschiebung

Die Basisverschiebung beschreibt die Koordinatentransformation zwischen dem BKS und BNS. Mit ihr kann z. B. der Paletten-Nullpunkt festgelegt werden.

Die Basisverschiebung setzt sich zusammen aus:

- Externe Nullpunktverschiebung
- DRF-Verschiebung
- Überlagerte Bewegung
- Verkettete Systemframes
- Verkettete Basisframes

Literatur

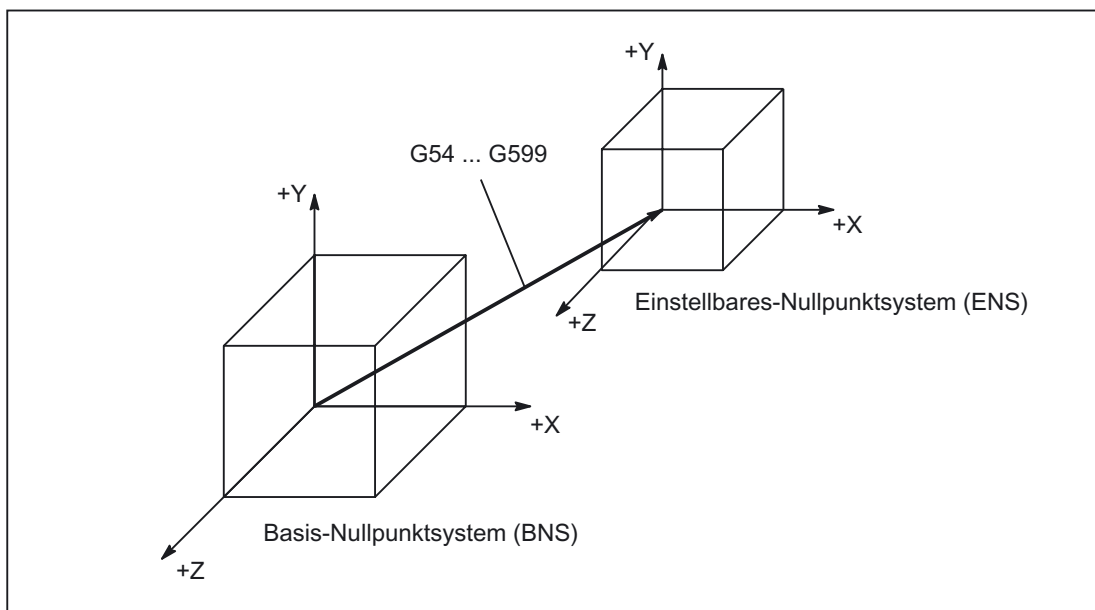
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)

1.4.4 Einstellbares Nullpunktsystem (ENS)

Einstellbare Nullpunktverschiebung

Durch die einstellbare Nullpunktverschiebung ergibt sich aus dem Basis-Nullpunktsystem (BNS) das "Einstellbare Nullpunktsystem" (ENS).

Einstellbare Nullpunktverschiebungen werden im NC-Programm mit den G-Befehlen G54...G57 und G505...G599 aktiviert.



Wenn keine Koordinatentransformationen (Frames) aktiv sind, dann ist das "Einstellbare Nullpunktsystem" das Werkstück-Koordinatensystem (WKS).

Koordinatentransformationen (FRAMES)

Manchmal erweist es sich als sinnvoll bzw. notwendig, innerhalb eines NC-Programms das ursprünglich gewählte Werkstück-Koordinatensystem (bzw. das "Einstellbare Nullpunktsystem") an eine andere Stelle zu verschieben und ggf. zu drehen, zu spiegeln und / oder zu skalieren. Dies erfolgt über Koordinatentransformationen (FRAMES).

Siehe Kapitel: "Koordinatentransformationen (Frames)"

Hinweis

Koordinatentransformationen (FRAMES) beziehen sich immer auf das "Einstellbare Nullpunktsystem".

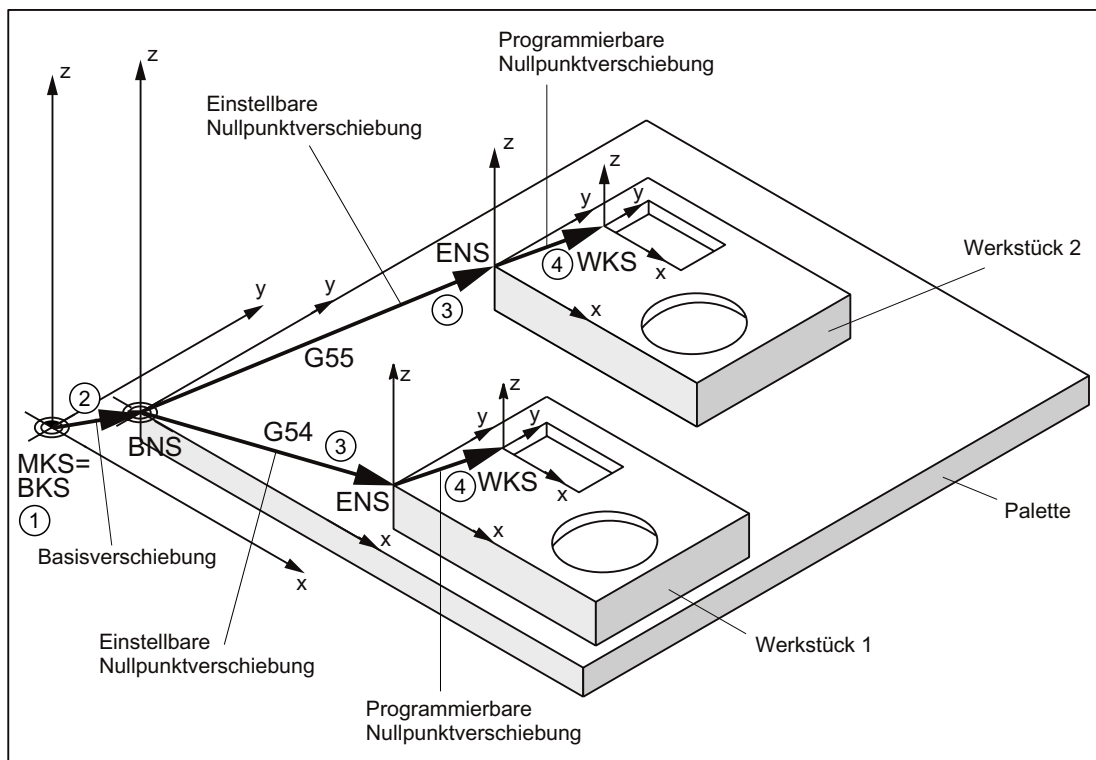
1.4.5 Werkstück-Koordinatensystem (WKS)

Im Werkstück-Koordinatensystem (WKS) wird die Geometrie eines Werkstücks beschrieben. Oder anders ausgedrückt: Die Angaben im NC-Programm beziehen sich auf das Werkstück-Koordinatensystem.

Das Werkstück-Koordinatensystem ist immer ein kartesisches Koordinatensystem und einem bestimmten Werkstück zugeordnet.

1.4.6 Wie hängen die verschiedenen Koordinatensysteme zusammen?

Das Beispiel in der folgenden Abbildung soll die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Koordinatensystemen noch einmal verdeutlichen:



- ① Eine kinematische Transformation ist nicht aktiv, d. h. das Maschinenkoordinatensystem und das Basiskoordinatensystem fallen zusammen.
- ② Durch die Basisverschiebung ergibt sich das Basis-Nullpunktsystem (BNS) mit dem Paletten-Nullpunkt.
- ③ Durch die einstellbare Nullpunktverschiebung G54 bzw. G55 wird das "Einstellbare Nullpunktsystem" (ENS) für Werkstück 1 bzw. Werkstück 2 festgelegt.
- ④ Durch programmierbare Nullpunktverschiebung ergibt sich das Werkstückkoordinatensystem (WKS).

Grundlagen der NC-Programmierung

Hinweis

Richtlinie für die NC-Programmierung ist DIN 66025.

2.1 Benennung eines NC-Programms

Regeln zur Programmnamenennung

Jedes NC-Programm hat einen eigenen Namen (Bezeichner), der beim Erstellen des Programms unter Einhaltung folgender Regeln frei gewählt werden kann:

- Die Länge des Namens sollte 24 Zeichen nicht überschreiten, da nur die ersten 24 Zeichen eines Programmnamens an der NC angezeigt werden.
- Erlaubte Zeichen sind:
 - Buchstaben: A...Z, a...z
 - Ziffern: 0...9
 - Unterstriche: _
- Die ersten beiden Zeichen sollten sein:
 - zwei Buchstaben
 - oder
 - ein Unterstrich und ein Buchstabe

Wenn diese Bedingung erfüllt ist, dann kann ein NC-Programm allein durch Angabe des Programmnamens als Unterprogramm aus einem anderen Programm heraus aufgerufen werden. Beginnt der Programmname hingegen mit Ziffern, dann ist der Unterprogramm-Aufruf nur über die `CALL`-Anweisung möglich.

Beispiele:

_MPF100

WELLE

WELLE_2

Dateien im Lochstreifenformat

Extern erstellte Programmdateien, die über die V24-Schnittstelle in die NC eingelesen werden sollen, müssen im Lochstreifenformat vorliegen.

Für den Namen einer Datei im Lochstreifenformat gelten folgende zusätzliche Regeln:

- Der Programmname muss mit dem Zeichen "%" beginnen:
%<Name>
- Der Programmname muss eine 3 Stellen lange Kennung besitzen:
%<Name>_xxx

Beispiele:

- %_N_WELLE123_MPF
- %Flansch3_MPF

Hinweis

Der Name einer Datei, die intern im NC-Speicher abgelegt ist, beginnt mit "_N_".

Literatur

Weitere Informationen zum Übertragen, Erstellen und Speichern von Teileprogrammen finden Sie im Bedienhandbuch zu Ihrer Bedienoberfläche.

2.2 Aufbau und Inhalte eines NC-Programms

2.2.1 Sätze und Satzkomponenten

Sätze

Ein NC-Programm besteht aus einer Folge von NC-Sätzen. Jeder Satz enthält die Daten zur Ausführung eines Arbeitsschritts bei der Werkstückbearbeitung.

Satzkomponenten

NC-Sätze bestehen aus folgenden Komponenten:

- Befehle (Anweisungen) nach DIN 66025
- Elemente der NC-Hochsprache

Befehle nach DIN 66025

Die Befehle nach DIN 66025 bestehen aus einem Adresszeichen und einer Ziffer bzw. einer Ziffernfolge, die einen arithmetischen Wert darstellt.

Adresszeichen (Adresse)

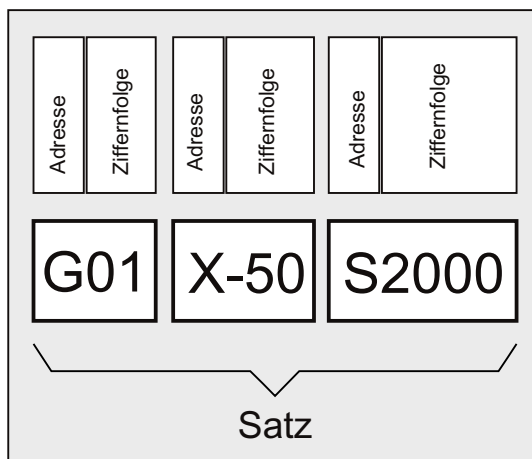
Das Adresszeichen (im Allgemeinen ein Buchstabe) definiert die Bedeutung des Befehls.

Beispiele:

Adresszeichen	Bedeutung
G	G-Funktion (Wegbedingung)
X	Weginformation für Achse X
S	Spindeldrehzahl

Ziffernfolge

Die Ziffernfolge ist der dem Adresszeichen zugewiesene Wert. Die Ziffernfolge kann Vorzeichen und Dezimalpunkt beinhalten, wobei ein Vorzeichen immer zwischen dem Adressbuchstaben und der Ziffernfolge steht. Positive Vorzeichen (+) und führende Nullen (0) müssen nicht geschrieben werden.



Elemente der NC-Hochsprache

Da der Befehlssatz nach DIN 66025 für die Programmierung der komplexen Bearbeitungsabläufe in modernen Werkzeugmaschinen nicht mehr ausreichend ist, wurde er um die Elemente der NC-Hochsprache erweitert.

Dazu gehören u. a.:

- Befehle der NC-Hochsprache

Im Unterschied zu den Befehlen nach DIN 66025 bestehen die Befehle der NC-Hochsprache aus mehreren Adressbuchstaben, z. B.:

- OVR für Drehzahlkorrektur (Override)
- SPOS für Spindelpositionieren

- Bezeichner (definierte Namen) für:

- Systemvariablen
- Anwenderdefinierte Variablen
- Unterprogramme
- Schlüsselwörter
- Sprungmarken
- Makros

ACHTUNG
Ein Bezeichner muss eindeutig sein und darf nicht für verschiedene Objekte verwendet werden.

- Vergleichsoperatoren
- Logische Operatoren
- Rechenfunktionen
- Kontrollstrukturen

Literatur:

Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel: Flexible NC-Programmierung

Wirksamkeit von Befehlen

Befehle wirken entweder modal oder satzweise:

- Modal

Modal wirksame Befehle behalten mit dem programmierten Wert so lange ihre Gültigkeit (in allen Folgesätzen), bis:

- unter dem gleichen Befehl ein neuer Wert programmiert wird.
- ein Befehl programmiert wird, der die Wirkung des bisher gültigen Befehls aufhebt.

- Satzweise

Satzweise wirksame Befehle gelten nur für den Satz, in dem sie programmiert werden.

Programmende

Der letzte Satz in den Abarbeitungsreihenfolgen enthält ein spezielles Wort für das Programmende: M2, M17 bzw. M30.

2.2.2 Satzregeln

Satzanfang

NC-Sätze können am Satzanfang durch Satznummern gekennzeichnet werden. Diese bestehen aus dem Zeichen "N" und einer positiven ganzen Zahl, z. B.:

N40 . . .

Die Reihenfolge der Satznummern ist beliebig, aufsteigende Satznummern sind empfehlenswert.

Hinweis

Satznummern müssen innerhalb eines Programms eindeutig sein, um beim Suchlauf ein eindeutiges Ergebnis zu erzielen.

Satzende

Ein Satz endet mit dem Zeichen "LF" (LINE FEED = neue Zeile).

Hinweis

Das Zeichen "LF" muss nicht geschrieben werden. Es wird automatisch durch die Zeilenschaltung erzeugt.

Satzlänge

Ein Satz kann maximal **512 Zeichen** enthalten (inklusive Kommentar und Satzende-Zeichen "LF").

Hinweis

Im Allgemeinen werden in der aktuellen Satzanzeige am Bildschirm drei Sätze mit jeweils maximal 66 Zeichen angezeigt. Kommentare werden ebenfalls angezeigt. Meldungen werden im eigenen Meldefenster angezeigt.

Reihenfolge der Anweisungen

Um den Satzaufbau übersichtlich zu gestalten, sollten die Anweisungen in einem Satz in folgender Reihenfolge angeordnet werden:

N... G... X... Y... Z... F... S... T... D... M... H...

Adresse	Bedeutung
N	Adresse der Satznummer
G	Wegbedingung
X, Y, Z	Weginformation
F	Vorschub
S	Drehzahl
T	Werkzeug
D	Werkzeugkorrekturnummer
M	Zusatzfunktion
H	Hilfsfunktion

Hinweis

Einige Adressen können innerhalb eines Satzes auch mehrfach verwendet werden, z. B.:

G..., M..., H...

2.2.3 Wertzuweisungen

Den Adressen können Werte zugewiesen werden. Dabei gelten folgende Regeln:

- Ein "="-Zeichen zwischen der Adresse und dem Wert muss geschrieben werden, wenn:
 - die Adresse aus mehr als einem Buchstaben besteht.
 - der Wert aus mehr als einer Konstanten besteht.

Das "="-Zeichen kann entfallen, wenn die Adresse ein einzelner Buchstabe ist und der Wert aus nur einer Konstanten besteht.

- Vorzeichen sind erlaubt.
- Trennzeichen nach dem Adressbuchstaben sind zulässig.

Beispiele:

X10	Wertzuweisung (10) an die Adresse X, "=" nicht erforderlich
X1=10	Wertzuweisung (10) an eine Adresse (X) mit numerischer Erweiterung (1), "=" erforderlich
X=10*(5+SIN(37.5))	Wertzuweisung über einen numerischen Ausdruck, "=" erforderlich

Hinweis

Nach einer numerischen Erweiterung muss immer eines der Sonderzeichen "=", "(", "[", ")", "]", ",", " " oder ein Operator folgen, um die Adresse mit numerischer Erweiterung von einem Adressbuchstaben mit Wert zu unterscheiden.

2.2.4 Kommentare

Um die Verständlichkeit eines NC-Programms zu erhöhen, können die NC-Sätze mit Kommentaren versehen werden.

Ein Kommentar steht am Ende eines Satzes und wird durch Strichpunkt (";") vom Programmteil des NC-Satzes abgetrennt.

Beispiel 1:

Programmcode	Kommentar
N10 G1 F100 X10 Y20	; Kommentar zur Erläuterung des NC-Satzes

Beispiel 2:

Programmcode	Kommentar
N10	; Firma G&S, Auftrag Nr. 12A71
N20	; Programm erstellt von H. Müller, Abt. TV 4, am 21.11.94
N50	; Teil Nr. 12, Gehäuse für Tauchpumpe Typ TP23A

Hinweis

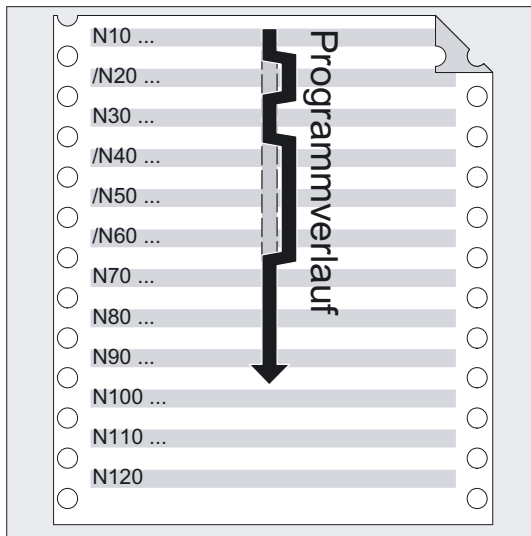
Kommentare werden abgespeichert und erscheinen beim Programmablauf in der aktuellen Satzanzeige.

2.2.5 Ausblenden von Sätzen

NC-Sätze, die nicht bei jedem Programmlauf ausgeführt werden sollen (z. B. Programm einfahren), können ausgeblendet werden.

Programmierung

Die Sätze, die ausgeblendet werden sollen, werden mit dem Zeichen "/" (Schrägstrich) vor der Satznummer gekennzeichnet. Es können auch mehrere Sätze in Folge ausgeblendet werden. Die Anweisungen in den ausgeblendeten Sätzen werden nicht ausgeführt, das Programm wird mit dem jeweils nächsten nicht ausgeblendeten Satz fortgeführt.



Beispiel:

Programmcode	Kommentar
N10 ...	; wird abgearbeitet
/N20 ...	; ausgeblendet
N30 ...	; wird abgearbeitet
/N40 ...	; ausgeblendet
N70 ...	; wird abgearbeitet

Ausblendeebenen

Sätze können Ausblendeebenen (max. 10) zugeordnet werden, die über die Bedienoberfläche aktivierbar sind.

Die Programmierung erfolgt durch Voranstellen eines Schrägstrichs, gefolgt von der Nummer der Ausblendeebene. Pro Satz kann nur eine Ausblendeebene angegeben werden.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
/ ...	; Satz wird ausgeblendet (1. Ausblendeebene)
/0 ...	; Satz wird ausgeblendet (1. Ausblendeebene)
/1 N010...	; Satz wird ausgeblendet (2. Ausblendeebene)
/2 N020...	; Satz wird ausgeblendet (3. Ausblendeebene)
...	
/7 N100...	; Satz wird ausgeblendet (8. Ausblendeebene)
/8 N080...	; Satz wird ausgeblendet (9. Ausblendeebene)
/9 N090...	; Satz wird ausgeblendet (10. Ausblendeebene)

Hinweis

Wie viele Ausblendeebenen nutzbar sind, ist abhängig von einem Anzeige-Maschinendatum.

Hinweis

Veränderbare Programmabläufe können auch durch den Einsatz von System- und Anwendervariablen für bedingte Sprünge erzeugt werden.

Anlegen eines NC-Programms

3.1 Grundsätzliches Vorgehen

Beim Erstellen eines NC-Programms ist die Programmierung, also die Umsetzung der einzelnen Arbeitsschritte in die NC-Sprache, meist nur ein kleiner Teil der Programmier-Arbeit.

Vor der eigentlichen Programmierung sollte die Planung und Vorbereitung der Arbeitsschritte im Vordergrund stehen. Je genauer Sie sich vorab überlegen, wie das NC-Programm eingeteilt und aufgebaut sein soll, umso schneller und einfacher wird die eigentliche Programmierung von der Hand gehen und umso übersichtlicher und weniger fehleranfällig wird das fertige NC-Programm sein. Übersichtliche Programme erweisen sich außerdem besonders dann als vorteilhaft, wenn später Änderungen vorgenommen werden sollen.

Da nicht jedes Teil identisch aussieht, ist es nicht sinnvoll, jedes Programm genau nach derselben Methode zu erstellen. Für die meisten Fälle wird sich die folgende Vorgehensweise aber als zweckmäßig erweisen.

Vorgehensweise

1. Werkstückzeichnung vorbereiten

- Werkstücknullpunkt festlegen
- Koordinatensystem einzeichnen
- Eventuell fehlende Koordinaten berechnen

2. Bearbeitungsablauf festlegen

- Welche Werkzeuge werden wann und zur Bearbeitung welcher Kontur eingesetzt?
- In welcher Reihenfolge werden die Einzelelemente des Werkstücks gefertigt?
- Welche Einzelelemente wiederholen sich (evtl. auch gedreht) und sollten in einem Unterprogramm abgelegt werden?
- Gibt es in anderen Teileprogrammen bzw. Unterprogrammen Teilkonturen, die für das aktuelle Werkstück wiederverwendet werden können?
- Wo ist Nullpunktverschieben, Drehen, Spiegeln, Skalieren zweckmäßig oder notwendig (Frame-Konzept)?

3. Arbeitsplan aufstellen

Schrittweise alle Bearbeitungsvorgänge der Maschine festlegen, z. B.:

- Eilgangbewegungen zum Positionieren
- Werkzeugwechsel
- Bearbeitungsebene festlegen
- Freifahren zum Nachmessen
- Spindel, Kühlmittel ein-/ausschalten
- Werkzeugdaten aufrufen
- Zustellen
- Bahnkorrektur
- Anfahren an die Kontur
- Wegfahren von der Kontur
- etc.

4. Arbeitsschritte in die Programmiersprache übersetzen

- Jeden Einzelschritt als NC-Satz (bzw. NC-Sätze) aufschreiben.

5. Alle Einzelschritte zu einem Programm zusammenfassen

3.2 Verfügbare Zeichen

Für die Erstellung von NC-Programmen stehen folgende Zeichen zur Verfügung:

- Großbuchstaben:
A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, (O), P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z
- Kleinbuchstaben:
a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z
- Ziffern:
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- Sonderzeichen:
Siehe nachfolgende Tabelle!

Sonderzeichen	Bedeutung
%	Programmanfangszeichen (nur für Programmerstellung am externen PC)
(Klammerung von Parametern oder in Ausdrücken
)	Klammerung von Parametern oder in Ausdrücken
[Klammerung von Adressen oder Feldindizes
]	Klammerung von Adressen oder Feldindizes
<	kleiner
>	größer
:	Hauptsatz, Labelabschluss, Kettungsoperator
=	Zuweisung, Teil von Gleichheit
/	Division, Satzunterdrückung
*	Multiplikation
+	Addition
-	Subtraktion, negatives Vorzeichen
"	Anführungszeichen, Kennung für Zeichenkette
'	Hochkomma, Kennung für spezielle Zahlenwerte: hexadezimal, binär
\$	systemeigene Variablenkennung
_	Unterstrich, zu Buchstaben gehörig

Sonderzeichen	Bedeutung
?	reserviert
!	reserviert
.	Dezimalpunkt
,	Komma, Trennzeichen von Parametern
;	Kommentarbeginn
&	Formatierungszeichen, gleiche Wirkung wie Leerzeichen
LF	Satzende
Tabulator	Trennzeichen
Leerzeichen	Trennzeichen (Blank)

ACHTUNG
Buchstabe "O" nicht mit der Zahl "0" verwechseln!

Hinweis

Klein- und Großbuchstaben werden nicht unterschieden (Ausnahme: Werkzeugaufruf).

Hinweis

Nicht darstellbare Sonderzeichen werden wie Leerzeichen behandelt.

3.3 Programmkopf

Die NC-Sätze, die den eigentlichen Bewegungssätzen zur Herstellung der Werkstückkontur vorangestellt sind, werden als Programmkopf bezeichnet.

Der Programmkopf enthält Informationen / Anweisungen bezüglich:

- Werkzeugwechsel
- Werkzeugkorrekturen
- Spindelbewegung
- Vorschubregelung
- Geometrieinstellungen (Nullpunktverschiebung, Wahl der Arbeitsebene)

Programmkopf beim Drehen

Das folgende Beispiel zeigt, wie der Programmkopf eines NC-Programms zum Drehen typischerweise aufgebaut ist:

Programmcode	Kommentar
N10 G0 G153 X200 Z500 T0 D0	; Werkzeugträger zurückziehen, bevor Werkzeugrevolver geschwenkt wird.
N20 T5	; Werkzeug 5 einschwenken.
N30 D1	; Schneidendatensatz des Werkzeugs aktivieren.
N40 G96 S300 LIMS=3000 M4 M8	; Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vc) = 300 m/min, Drehzahlbegrenzung = 3000 U/min, Drehrichtung links, Kühlung ein.
N50 DIAMON	; X-Achse wird im Durchmesser programmiert.
N60 G54 G18 G0 X82 Z0.2	; Nullpunktverschiebung und Arbeitsebene aufrufen, Startposition anfahren.
...	

Programmkopf beim Fräsen

Das folgende Beispiel zeigt, wie der Programmkopf eines NC-Programms zum Fräsen typischerweise aufgebaut ist:

Programmcode	Kommentar
N10 T="SF12"	; alternativ: T123
N20 M6	; Werkzeugwechsel auslösen
N30 D1	; Schneidendatensatz des Werkzeugs aktivieren
N40 G54 G17	; Nullpunktverschiebung und Arbeitsebene
N50 G0 X0 Y0 Z2 S2000 M3 M8	; Anfahrbewegung zum Werkstück, Spindel und Kühlmittel ein
...	

Wenn mit Werkzeugorientierung / Koordinatentransformationen gearbeitet wird, sollten am Programmstart evtl. noch aktive Transformationen abgelöscht werden:

Programmcode	Kommentar
N10 CYCLE800()	; Rücksetzen der geschwenkten Ebene
N20 TRAFOOF	; Rücksetzen von TRAORI, TRANSMIT, TRACYL, ...
...	

3.4 Programmbeispiele

3.4.1 Beispiel 1: Erste Programmierschritte

Programmbeispiel 1 soll dazu dienen, erste Programmierschritte an der NC durchzuführen und zu testen.

Vorgehensweise

1. Teileprogramm neu anlegen (Namen)
2. Teileprogramm editieren
3. Teileprogramm auswählen
4. Einzelsatz aktivieren
5. Teileprogramm starten

Literatur:

Bedienhandbuch zur vorhandenen Bedienoberfläche

Hinweis

Damit das Programm auf der Maschine ablaufen kann, müssen Maschinendaten entsprechend gesetzt sein (→ Maschinenhersteller!).

Hinweis

Beim Testen eines Programms können Alarmer auftreten. Diese Alarmer müssen erst zurückgesetzt werden.

Programmbeispiel 1

Programmcode	Kommentar
N10 MSG("DAS IST MEIN NC-PROGRAMM")	; Meldung "DAS IST MEIN NC-PROGRAMM" in Alarmzeile ausgeben
N20 F200 S900 T1 D2 M3	; Vorschub, Spindel, Werkzeug, Werkzeugkorrektur, Spindel rechts
N30 G0 X100 Y100	; Position im Eilgang anfahren
N40 G1 X150	; Rechteck mit Vorschub, Gerade in X
N50 Y120	; Gerade in Y
N60 X100	; Gerade in X
N70 Y100	; Gerade in Y
N80 G0 X0 Y0	; Rückfahren im Eilgang
N100 M30	; Satzende

3.4.2 Beispiel 2: NC-Programm zum Drehen

Programmbeispiel 2 ist für die Bearbeitung eines Werkstücks auf einer Drehmaschine vorgesehen. Es beinhaltet Radiusprogrammierung und Werkzeugradiuskorrektur.

Hinweis

Damit das Programm auf der Maschine ablaufen kann, müssen Maschinendaten entsprechend gesetzt sein (→ Maschinenhersteller!).

Maßzeichnung des Werkstücks

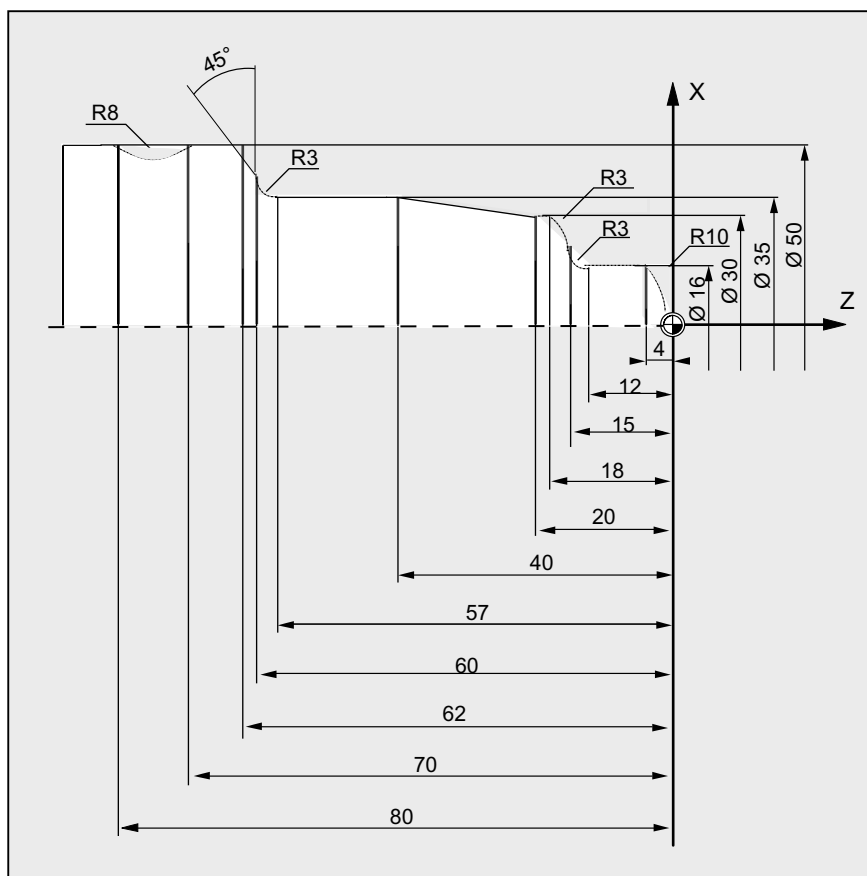


Bild 3-1 Aufsicht

Programmbeispiel 2

Programmcode	Kommentar
N5 G0 G53 X280 Z380 D0	; Startpunkt
N10 TRANS X0 Z250	; Nullpunktverschiebung
N15 LIMS=4000	; Drehzahlbegrenzung (G96)
N20 G96 S250 M3	; konstante Schnittgeschwindigkeit anwählen
N25 G90 T1 D1 M8	; Werkzeuganwahl und Korrektur anwählen
N30 G0 G42 X-1.5 Z1	; Werkzeug anstellen mit Werkzeugradiuskorrektur
N35 G1 X0 Z0 F0.25	
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10	; Radius 10 drehen
N45 G1 Z-12	
N50 G2 X22 Z-15 CR=3	; Radius 3 drehen
N55 G1 X24	
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3	; Radius 3 drehen
N65 G1 Z-20	
N70 X35 Z-40	
N75 Z-57	
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Radius 3 drehen
N85 G1 X46	
N90 X52 Z-63	
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9	; Werkzeugradiuskorrektur abwählen und Werkzeugwechsellpunkt anfahren
N100 T2 D2	; Werkzeug aufrufen und Korrektur anwählen
N105 G96 S210 M3	; konstante Schnittgeschwindigkeit anwählen
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8	; Werkzeug anstellen mit Werkzeugradiuskorrektur
N115 G1 Z-70 F0.12	; Durchmesser 50 drehen
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5	; Radius 8 drehen
N125 G0 G40 X100 Z50 M9	; Werkzeug abheben und Werkzeugradiuskorrektur abwählen
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5	; Werkzeugwechsellpunkt verfahren
N135 M30	; Programm-Ende

3.4.3 Beispiel 3: NC-Programm zum Fräsen

Programmbeispiel 3 ist für die Bearbeitung eines Werkstücks auf einer Vertikalfräsmaschine vorgesehen. Es beinhaltet Oberflächen- und Seitenfräsen sowie Bohren.

Hinweis

Damit das Programm auf der Maschine ablaufen kann, müssen Maschinendaten entsprechend gesetzt sein (→ Maschinenhersteller!).

Maßzeichnung des Werkstücks

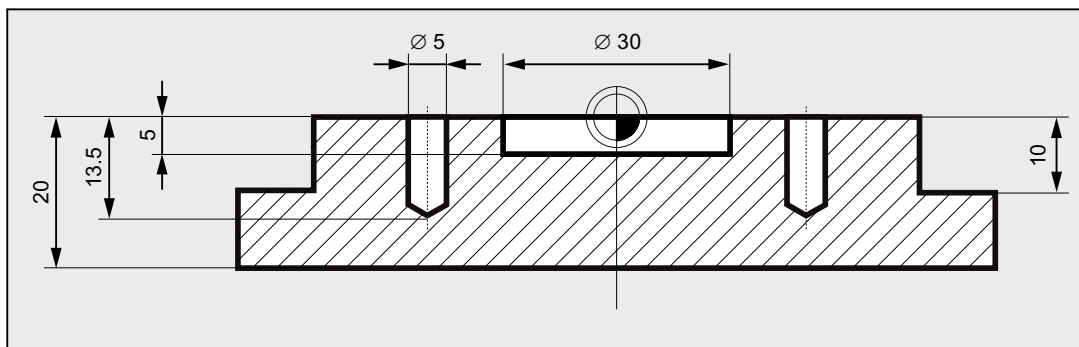


Bild 3-2 Seitenansicht

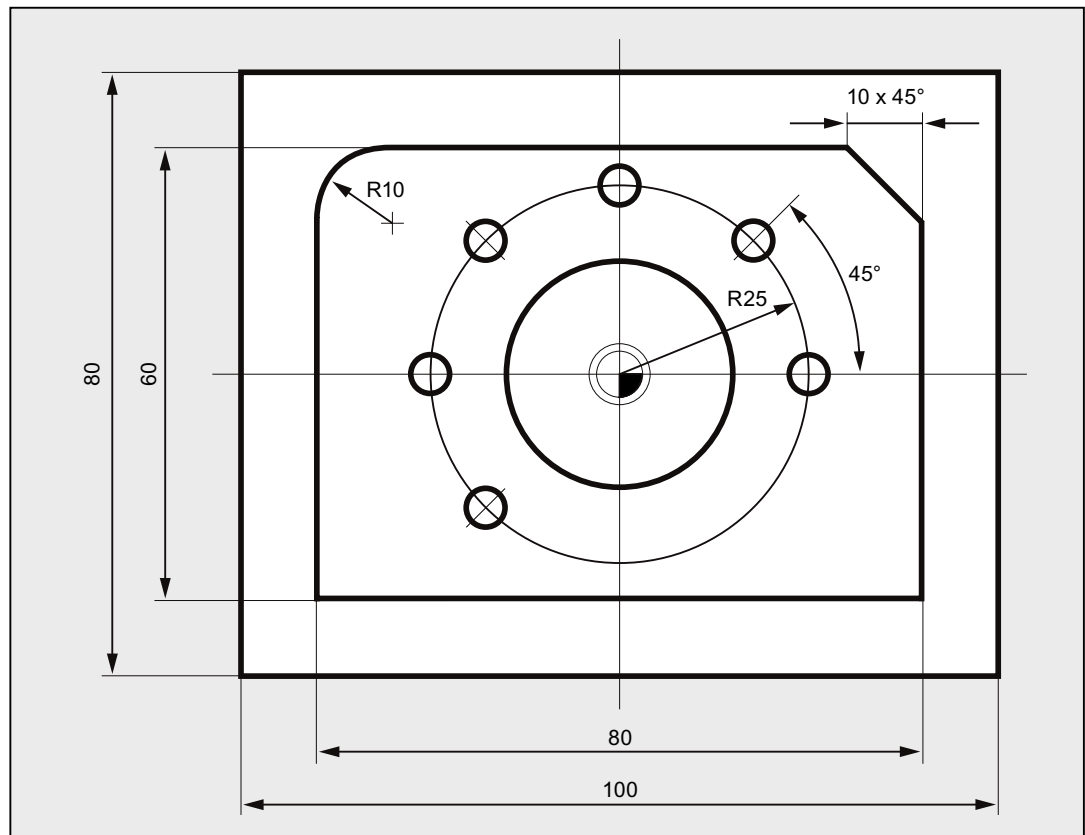


Bild 3-3 Aufsicht

Programmbeispiel 3

Programmcode	Kommentar
N10 T="PF60"	; Voranwahl des Werkzeugs mit dem Namen PF60.
N20 M6	; Werkzeug in die Spindel einwechseln.
N30 S2000 M3 M8	; Drehzahl, Drehrichtung, Kühlung ein.
N40 G90 G64 G54 G17 G0 X-72 Y-72	; Grundeinstellungen der Geometrie und Startpunkt anfahren.
N50 G0 Z2	; Z-Achse auf Sicherheitsabstand.
N60 G450 CFTCP	; Verhalten bei aktivem G41/G42.
N70 G1 Z-10 F3000	; Fräser auf Eingriffstiefe mit Vorschub=3000mm/min.
N80 G1 G41 X-40	; Einschalten der Fräserradiuskorrektur.
N90 G1 X-40 Y30 RND=10 F1200	; Fahren an der Kontur mit Vorschub=1200mm/min.

Programmcode	Kommentar
N100 G1 X40 Y30 CHR=10	
N110 G1 X40 Y-30	
N120 G1 X-41 Y-30	
N130 G1 G40 Y-72 F3000	; Abwahl der Fräserradiuskorrektur.
N140 G0 Z200 M5 M9	; Ausheben des Fräsers, Spindel + Kühlung aus.
N150 T="SF10"	; Voranwahl des Werkzeugs mit dem Namen SF10.
N160 M6	; Werkzeug in die Spindel einwechseln.
N170 S2800 M3 M8	; Drehzahl, Drehrichtung, Kühlung ein.
N180 G90 G64 G54 G17 G0 X0 Y0	; Grundeinstellungen für Geometrie und Startpunkt anfahren.
N190 G0 Z2	
N200 POCKET4(2,0,1,-5,15,0,0,0,0,0,800,1300,0,21,5,,,2,0.5)	; Aufruf des Taschenfräszyklus.
N210 G0 Z200 M5 M9	; Ausheben des Fräsers, Spindel + Kühlung aus.
N220 T="ZB6"	; Zentrierbohrer 6mm aufrufen.
N230 M6	
N240 S5000 M3 M8	
N250 G90 G60 G54 G17 X25 Y0	; Genauhalt G60 wegen genauem Positionieren.
N260 G0 Z2	
N270 MCALL CYCLE82(2,0,1,-2.6,,0)	; Modaler Aufruf des Bohrzyklus.
N280 POSITION:	; Sprungmarke zur Wiederholung.
N290 HOLES2(0,0,25,0,45,6)	; Positionsmuster für Bohrbild.
N300 ENDLABEL:	; Endkennung für Wiederholung.
N310 MCALL	; Rücksetzen des modalen Aufrufs.
N320 G0 Z200 M5 M9	
N330 T="SPB5"	; Spiralbohrer D5mm aufrufen.
N340 M6	
N350 S2600 M3 M8	
N360 G90 G60 G54 G17 X25 Y0	
N370 MCALL CYCLE82(2,0,1,-13.5,,0)	; Modaler Aufruf des Bohrzyklus.
N380 REPEAT POSITION	; Wiederholung der Positionsbeschreibung vom Zentrieren.
N390 MCALL	; Rücksetzen des Bohrzyklus.
N400 G0 Z200 M5 M9	
N410 M30	; Programmende.

Werkzeugwechsel

Art des Werkzeugwechsels

Bei Ketten-, Scheiben- und Flächenmagazinen findet ein Werkzeugwechselfvorgang normalerweise in zwei Schritten statt:

1. Mit dem T-Befehl wird das Werkzeug im Magazin gesucht.
2. Anschließend erfolgt mit dem M-Befehl das Einwechseln in die Spindel.

Bei Revolvermagazinen an Drehmaschinen wird der Werkzeugwechsel, also das Suchen und Wechseln, nur mit dem T-Befehl ausgeführt.

Hinweis

Die Art des Werkzeugwechsels wird über ein Maschinendatum eingestellt (→ Maschinenhersteller).

Bedingungen

Mit dem Werkzeugwechsel müssen:

- die unter einer D-Nummer gespeicherten Werkzeugkorrekturwerte aktiviert werden.
- die entsprechende Arbeitsebene programmiert werden (Grundstellung: G18). Damit wird sichergestellt, dass die Werkzeuglängenkorrektur der richtigen Achse zugeordnet ist.

Werkzeugverwaltung (Option)

Die Programmierung des Werkzeugwechsels erfolgt bei Maschinen mit aktiver Werkzeugverwaltung (Option!) anders als Maschinen ohne aktive Werkzeugverwaltung. Die beiden Möglichkeiten werden deshalb getrennt beschrieben.

4.1 Werkzeugwechsel ohne Werkzeugverwaltung

4.1.1 Werkzeugwechsel mit T-Befehl

Funktion

Mit der Programmierung des T-Befehls erfolgt ein direkter Werkzeugwechsel.

Anwendung

Bei Drehmaschinen mit Revolvermagazin.

Syntax

Werkzeug-Anwahl:

T<Nummer>
T=<Nummer>
T<n>=<Nummer>

Werkzeug-Abwahl:

T0
T0=<Nummer>

Bedeutung

T	Befehl zur Werkzeug-Anwahl inklusive Werkzeugwechsel und Aktivierung der Werkzeugkorrektur
<n>	Spindelnummer als Adresserweiterung
	Hinweis: Die Möglichkeit, eine Spindelnummer als Adresserweiterung zu programmieren, ist von der Projektierung der Maschine abhängig; → siehe Angaben des Maschinenherstellers)
<Nummer>	Nummer des Werkzeugs Wertebereich: 0 - 32000
T0	Befehl zum Abwählen des aktiven Werkzeugs

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 T1 D1	; Einwechseln von Werkzeug T1 und Aktivieren der Werkzeugkorrektur D1.
...	
N70 T0	; Werkzeug T1 abwählen.
...	

4.1.2 Werkzeugwechsel mit M06

Funktion

Mit der Programmierung des T-Befehls wird das Werkzeug angewählt. Aktiv wird das Werkzeug erst mit M06 (inklusive Werkzeugkorrektur).

Anwendung

Bei Fräsmaschinen mit Ketten-, Scheiben- oder Flächenmagazinen.

Syntax

Werkzeug-Anwahl:

T<Nummer>

T=<Nummer>

T<n>=<Nummer>

Werkzeugwechsel:

M06

Werkzeug-Abwahl:

T0

T0=<Nummer>

Bedeutung

T	Befehl zur Werkzeug-Anwahl
<n>	Spindelnummer als Adresserweiterung
	Hinweis: Die Möglichkeit, eine Spindelnummer als Adresserweiterung zu programmieren, ist von der Projektierung der Maschine abhängig; → siehe Angaben des Maschinenherstellers)
<Nummer>	Nummer des Werkzeugs
	Wertebereich: 0 - 32000
M06	M-Funktion für den Werkzeugwechsel (gemäß DIN 66025)
	Mit M06 wird das angewählte Werkzeug (T...) und die Werkzeugkorrektur (D. . .) aktiv.
T0	Befehl zum Abwählen des aktiven Werkzeugs

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 T1 M6	; Einwechseln von Werkzeug T1.
N20 D1	; Anwahl Werkzeuglängenkorrektur.
N30 G1 X10 ...	; Arbeiten mit T1.
...	
N70 T5	; Vorwahl von Werkzeug T5.
N80 ...	; Arbeiten mit T1.
...	
N100 M06	; Einwechseln von Werkzeug T5.
N110 D1 G1 X10 ...	; Arbeiten mit Werkzeug T5
...	

4.2 Werkzeugwechsel mit Werkzeugverwaltung (Option)

Werkzeugverwaltung

Die optionale Funktion "Werkzeugverwaltung" stellt sicher, dass an der Maschine zu jeder Zeit das richtige Werkzeug am richtigen Platz ist und die einem Werkzeug zugeordneten Daten dem aktuellen Stand entsprechen. Außerdem ermöglicht sie ein schnelles Einwechseln eines Werkzeugs, vermeidet Ausschuss durch Überwachung der Werkzeugeinsatzzeit sowie der Maschinenstillstandszeit durch Berücksichtigung von Ersatzwerkzeugen.

Werkzeugnamen

An einer Werkzeugmaschine mit aktiver Werkzeugverwaltung müssen die Werkzeuge zur eindeutigen Identifikation mit Namen und Nummern versehen werden (z. B. "Bohrer", "3").

Der Werkzeug-Aufruf kann dann über den Werkzeugnamen erfolgen, z. B.:

T="Bohrer"

ACHTUNG
Der Werkzeugnamen darf keine Sonderzeichen enthalten.

4.2.1 Werkzeugwechsel mit T-Befehl bei aktiver WZV (Option)

Funktion

Mit der Programmierung des T-Befehls erfolgt ein direkter Werkzeugwechsel.

Anwendung

Bei Drehmaschinen mit Revolvermagazin.

Syntax

Werkzeug-Anwahl:

T=<Platz>

T=<Name>

T<n>=<Platz>

T<n>=<Name>

Werkzeug-Abwahl:

T0

Bedeutung

- T= Befehl zum Werkzeugwechsel und Aktivierung der Werkzeugkorrektur
Als Angaben sind möglich:
<Platz> Nummer des Magazinplatzes
<Name> Name des Werkzeugs
Hinweis:
Bei der Programmierung eines Werkzeugnamens muss auf die korrekte Schreibweise (Groß-/Kleinschreibung) geachtet werden.
- <n> Spindelnummer als Adresserweiterung
Hinweis:
Die Möglichkeit, eine Spindelnummer als Adresserweiterung zu programmieren, ist von der Projektierung der Maschine abhängig; → siehe Angaben des Maschinenherstellers)
- T0 Befehl zur Werkzeug-Abwahl (Magazinplatz nicht besetzt)

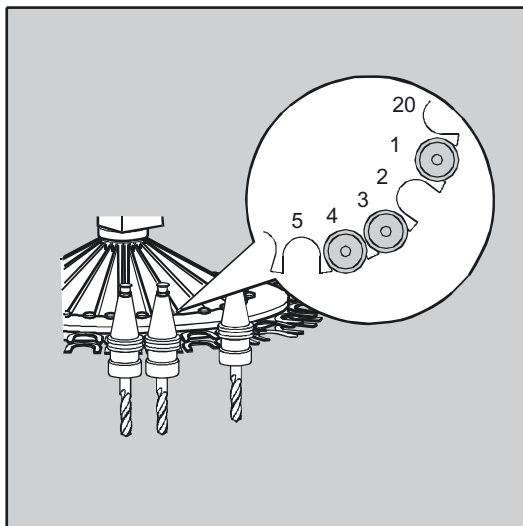
Hinweis

Ist in einem Werkzeugmagazin der angewählte Magazinplatz nicht besetzt, wirkt der Werkzeugbefehl wie T0. Die Anwahl des nicht besetzten Magazinplatzes kann zum Positionieren des leeren Platzes benutzt werden.

Beispiel

Ein Revolvermagazin hat die Plätze 1 bis 20 mit folgender Werkzeug-Besetzung:

Platz	Werkzeug	Werkzeuggruppe	Zustand
1	Bohrer, Duplo-Nr. = 1	T15	gesperrt
2	nicht besetzt		
3	Bohrer, Duplo-Nr. = 2	T10	freigegeben
4	Bohrer, Duplo-Nr. = 3	T1	aktiv
5 ... 20	nicht besetzt		



Im NC-Programm ist folgender Werkzeug-Aufruf programmiert:

N10 T=1

Der Aufruf wird wie folgt verarbeitet:

1. Der Magazinplatz 1 wird betrachtet und dabei der Bezeichner des Werkzeugs ermittelt.
2. Die Werkzeugverwaltung erkennt, dass dieses Werkzeug gesperrt und somit nicht einsatzfähig ist.
3. Eine WZ-Suche nach T="Bohrer" wird entsprechend der eingestellten Suchstrategie gestartet:
"Suche das aktive WZ, sonst nimm das mit der nächst größeren Duplo-Nr."
4. Als einsatzfähiges Werkzeug wird gefunden:

"Bohrer" Duplo-Nr. 3 (auf Magazinplatz 4)

Damit ist die Werkzeug-Anwahl abgeschlossen und es wird der Werkzeugwechsel angestoßen.

Hinweis

Bei der Suchstrategie "Nimm das erste verfügbare Werkzeug aus der Gruppe" muss die Reihenfolge innerhalb der einzuwechselnden Werkzeuggruppe definiert sein. Es wird in diesem Fall die Gruppe T10 eingewechselt, da T15 gesperrt ist.

Mit der Suchstrategie "Nimm das erste Werkzeug mit dem Status 'aktiv' aus der Gruppe" wird T1 eingewechselt.

4.2.2 Werkzeugwechsel mit M06 bei aktiver WZV (Option)

Funktion

Mit der Programmierung des T-Befehls wird das Werkzeug angewählt. Aktiv wird das Werkzeug erst mit M06 (inklusive Werkzeugkorrektur).

Anwendung

Bei Fräsmaschinen mit Ketten-, Scheiben- oder Flächenmagazinen.

Syntax

Werkzeug-Anwahl:

T=<Platz>

T=<Name>

T<n>=<Platz>

T<n>=<Name>

Werkzeugwechsel:

M06

Werkzeug-Abwahl:

T0

Bedeutung

T=	Befehl zur Werkzeug-Anwahl Als Angaben sind möglich: <Platz> Nummer des Magazinplatzes <Name> Name des Werkzeugs Hinweis: Bei der Programmierung eines Werkzeugnamens muss auf die korrekte Schreibweise (Groß-/Kleinschreibung) geachtet werden.
<n>	Spindelnummer als Adresserweiterung Hinweis: Die Möglichkeit, eine Spindelnummer als Adresserweiterung zu programmieren, ist von der Projektierung der Maschine abhängig; → siehe Angaben des Maschinenherstellers)
M06	M-Funktion für den Werkzeugwechsel (gemäß DIN 66025) Mit M06 wird das angewählte Werkzeug (T...) und die Werkzeugkorrektur (D. . .) aktiv.
T0	Befehl zur Werkzeug-Abwahl (Magazinplatz nicht besetzt)

Hinweis

Ist in einem Werkzeugmagazin der angewählte Magazinplatz nicht besetzt, wirkt der Werkzeugbefehl wie T0. Die Anwahl des nicht besetzten Magazinplatzes kann zum Positionieren des leeren Platzes benutzt werden.

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 T=1 M6	; Einwechseln des Werkzeugs von Magazinplatz 1.
N20 D1	; Anwahl Werkzeuglängenkorrektur.
N30 G1 X10 ...	; Arbeiten mit Werkzeug T=1.
...	
N70 T="Bohrer"	; Vorwahl von Werkzeug mit Namen "Bohrer".
N80 ...	; Arbeiten mit Werkzeug T=1.
...	
N100 M06	; Einwechseln des Bohrers.
N140 D1 G1 X10 ...	; Arbeiten mit Bohrer.
...	

4.3 Verhalten bei fehlerhafter T-Programmierung

Das Verhalten bei einer fehlerhaften T-Programmierung ist abhängig von der Projektierung der Maschine:

MD22562 TOOL_CHANGE_ERROR_MODE		
Bit	Wert	Bedeutung
7	0	Grundstellung! Bei der T-Programmierung wird sofort geprüft, ob die T-Nummer dem NCK bekannt ist. Wenn dies nicht der Fall, wird ein Alarm abgesetzt.
	1	Die programmierte T-Nummer wird erst geprüft, wenn die D-Anwahl erfolgt ist. Wenn die T-Nummer dem NCK nicht bekannt ist, dann wird bei D-Anwahl ein Alarm gesetzt. Dieses Verhalten ist dann gewünscht, wenn die T-Programmierung z. B. auch eine Positionierung bewirken soll und dafür die Werkzeug-Daten nicht vorhanden sein müssen (Revolver-Magazin).

Werkzeugkorrekturen

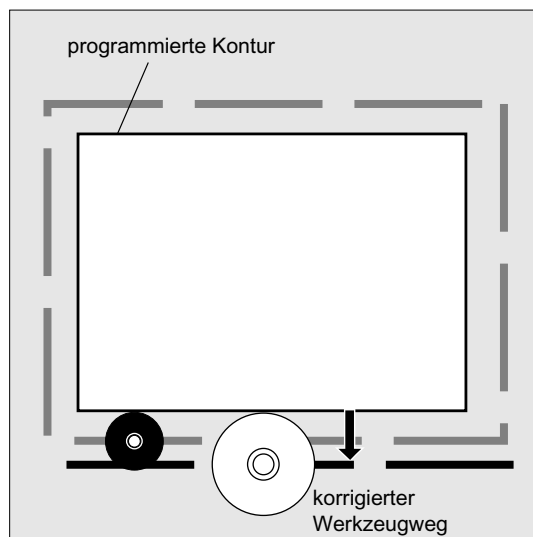
Werkstückmaße werden direkt programmiert (z. B. nach Fertigungszeichnung). Werkzeugdaten wie Fräserdurchmesser, Schneidenlage der Drehmeißel (linker / rechter Drehmeißel) und Werkzeuglängen müssen daher bei der Programmerstellung nicht berücksichtigt werden.

Die Steuerung korrigiert den Verfahrensweg

Bei der Fertigung eines Werkstücks werden die Werkzeugwege abhängig von der jeweiligen Werkzeuggeometrie so gesteuert, dass mit jedem eingesetzten Werkzeug die programmierte Kontur hergestellt werden kann.

Damit die Steuerung die Werkzeugwege berechnen kann, müssen die Werkzeugdaten im Werkzeug-Korrekturspeicher der Steuerung eingetragen sein. Über das NC-Programm werden lediglich das benötigte Werkzeug (T . . .) und der benötigte Korrekturdatensatz (D . . .) aufgerufen.

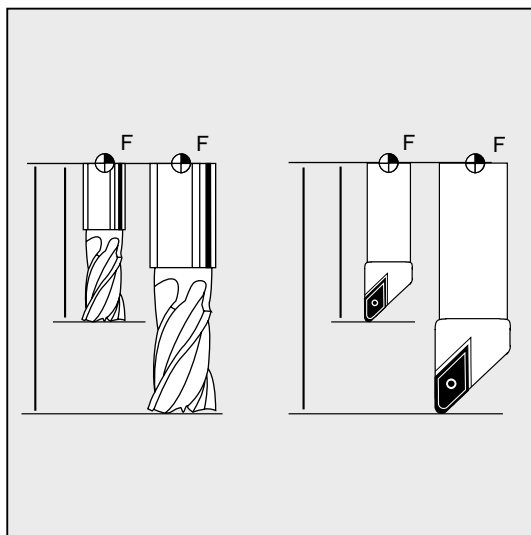
Die Steuerung holt sich während der Programmverarbeitung die benötigten Korrekturdaten aus dem Werkzeug-Korrekturspeicher und korrigiert für unterschiedliche Werkzeuge individuell die Werkzeugbahn:



5.1 Werkzeuglängenkorrektur

Mit der Werkzeuglängenkorrektur werden die Längenunterschiede zwischen den eingesetzten Werkzeugen ausgeglichen.

Als Werkzeuglänge gilt der Abstand zwischen Werkzeugträgerbezugspunkt und Werkzeugspitze:



Diese Länge wird vermessen und zusammen mit vorgebbaren Verschleißwerten in den Werkzeug-Korrekturspeicher der Steuerung eingegeben. Hieraus errechnet die Steuerung die Verfahrbewegungen in Zustellrichtung.

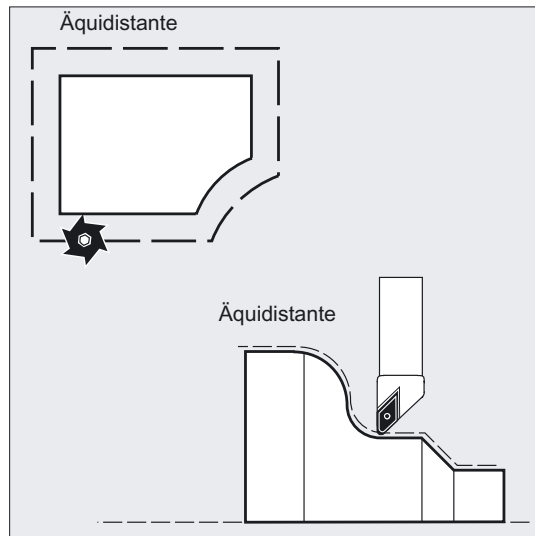
Hinweis

Der Korrekturwert der Werkzeuglänge ist abhängig von der räumlichen Orientierung des Werkzeugs (siehe " Werkzeuglängenkorrektur für orientierbare Werkzeugträger ").

5.2 Werkzeugradiuskorrektur

Kontur und Werkzeugweg sind nicht identisch. Der Fräser- bzw. Schneidenmittelpunkt muss auf einer Äquidistanten zur Kontur fahren. Dazu benötigt die Steuerung die Daten zur Werkzeugform (Radius) aus dem Werkzeug-Korrekturspeicher.

Abhängig vom Radius und von der Bearbeitungsrichtung wird während der Programmverarbeitung die programmierte Werkzeugmittelpunktsbahn so verschoben, dass die Werkzeugschneide exakt an der gewünschten Kontur entlang fährt:



ACHTUNG

Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt entsprechend der Voreinstellung CUT2D oder CUT2DF (siehe Kapitel "2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF) (Seite 331) ").

Literatur

Die verschiedenen Möglichkeiten der Werkzeugradiuskorrektur sind ausführlich beschrieben im Kapitel "Werkzeugradiuskorrekturen".

5.3 Werkzeug-Korrekturspeicher

Im Werkzeug-Korrekturspeicher der Steuerung müssen für jede Werkzeug-Schneide folgende Daten vorhanden sein:

- Werkzeugtyp
- Schneidenlage
- Geometrische Werkzeug-Größen (Länge, Radius)

Diese Daten werden als Werkzeug-Parameter (max. 25) eingetragen. Welche Parameter für ein Werkzeug benötigt werden, ist abhängig vom Werkzeugtyp. Nicht benötigte Werkzeug-Parameter sind mit dem Wert "Null" zu belegen (entspricht der Vorbelegung vom System).

ACHTUNG

Einmal in den Korrekturspeicher eingetragene Werte werden bei jedem Werkzeug-Aufruf mitverrechnet.

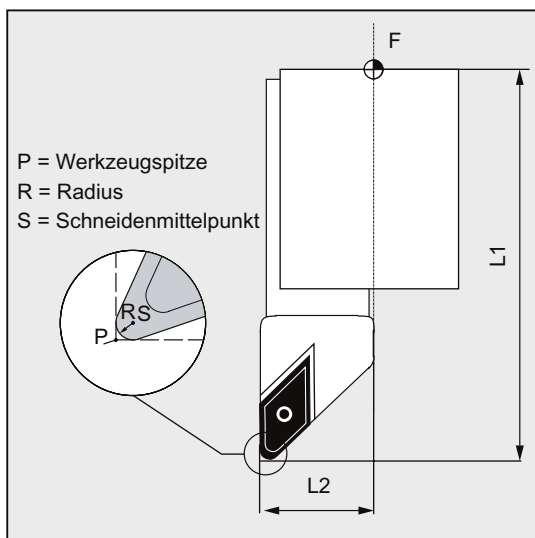
Werkzeugtyp

Der Werkzeugtyp (Bohrer, Fräser oder Drehwerkzeuge) bestimmt, welche Geometrieangaben erforderlich sind und wie diese verrechnet werden.

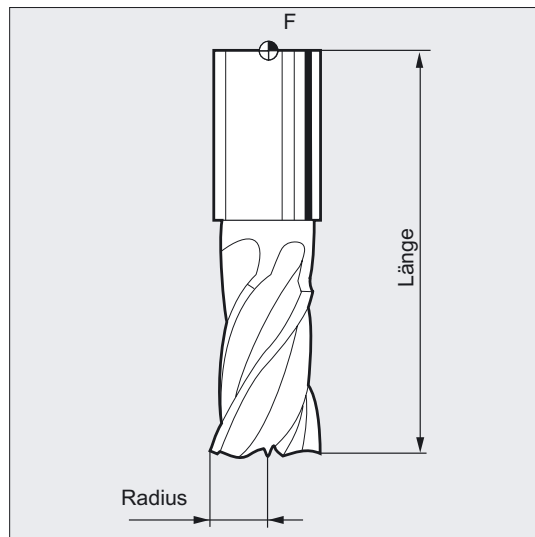
Schneidenlage

Die Schneidenlage beschreibt die Lage der Werkzeugspitze P in Bezug auf den Schneidenmittelpunkt S.

Die Schneidenlage wird zusammen mit dem Schneidenradius zur Berechnung der Werkzeugradiuskorrektur bei Drehwerkzeugen (Werkzeugtyp 5xx) benötigt.



Geometrische Werkzeug-Größen (Länge, Radius)



Die geometrischen Werkzeug-Größen bestehen aus mehreren Komponenten (Geometrie, Verschleiß). Die Komponenten verrechnet die Steuerung zu einer resultierenden Größe (z. B. Gesamtlänge 1, Gesamtradius). Das jeweilige Gesamtmaß kommt bei Aktivierung des Korrekturspeichers zur Wirkung.

Wie diese Werte in den Achsen verrechnet werden, bestimmen der Werkzeugtyp und die aktuelle Ebene (G17 / G18 / G19).

Literatur

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrekturen (W1); Kapitel:
"Werkzeugschneide"

5.4 Werkzeugtypen

Werkzeuge sind in Werkzeugtypen aufgeteilt. Jedem Werkzeugtyp ist eine 3-stellige Nummer zugeordnet. Die erste Ziffer ordnet den Werkzeugtyp entsprechend der verwendeten Technologie einer der folgenden Gruppen zu:

Werkzeugtyp	Werkzeug-Gruppe
1xy	Fräser
2xy	Bohrer
3xy	reserviert
4xy	Schleifwerkzeuge
5xy	Drehwerkzeuge
6xy	reserviert
7xy	Sonderwerkzeuge wie z. B. Nutsäge

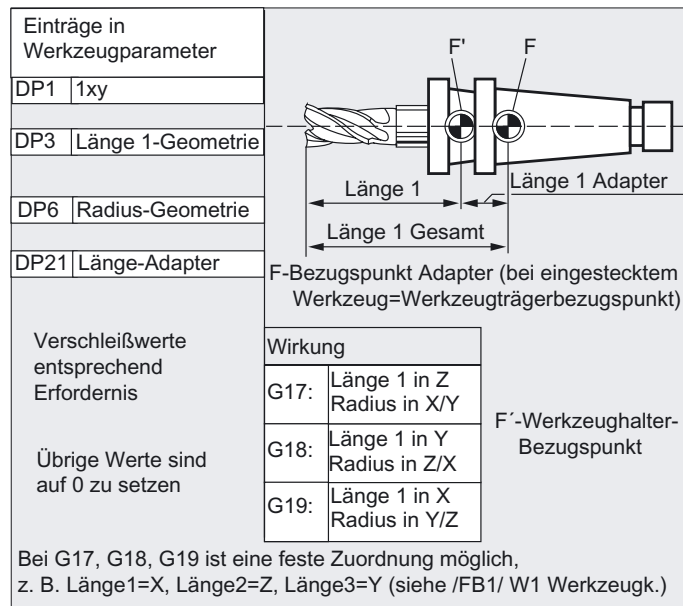
5.4.1 Fräswerkzeuge

Innerhalb der Werkzeug-Gruppe "Fräswerkzeuge" gibt es folgende Werkzeugtypen:

- 100 Fräswerkzeug nach CLDATA (Cutter Location Data)
- 110 Kugelkopffräser (zylindrischer Gesenkfräser)
- 111 Kugelkopffräser (kegeliger Gesenkfräser)
- 120 Schafffräser (ohne Eckenverrundung)
- 121 Schafffräser (mit Eckenverrundung)
- 130 Winkelkopffräser (ohne Eckenverrundung)
- 131 Winkelkopffräser (mit Eckenverrundung)
- 140 Planfräser
- 145 Gewindefräser
- 150 Scheibenfräser
- 151 Säge
- 155 Kegelstumpffräser (ohne Eckenverrundung)
- 156 Kegelstumpffräser (mit Eckenverrundung)
- 157 Kegeliger Gesenkfräser
- 160 Bohrgewindefräser

Werkzeug-Parameter

Die folgenden Abbildungen geben einen Überblick, welche Werkzeug-Parameter (DP...) bei Fräswerkzeugen in den Korrekturspeicher eingetragen werden:



Einträge in Werkzeugparameter		<p>F' - Werkzeughalter-Bezugspunkt F - Werkzeugträger-Bezugspunkt</p>	
DP1	1xy		
DP3	Länge 1 -Geometrie		
DP6	Radius -Geometrie		
DP21	Länge 1 -Basis		
DP22	Länge 2 -Basis		
DP23	Länge 3- Basis		
Verschleißwerte entsprechend Erfordernis Übrige Werte sind auf 0 zu setzen		Wirkung	
		G17: Länge 1 in Z Länge 2 in Y Länge 3 in X Radius/WRK in X/Y	
		G18: Länge 1 in Y Länge 2 in X Länge 3 in Z Radius/WRK in Z/X	
		G19: Länge 1 in X Länge 2 in Z Länge 3 in Y Radius/WRK in Y/Z	
Bei G17, G18, G19 ist eine feste Zuordnung möglich, z. B. Länge 1=X, Länge 2=Z, Länge 3=Y (siehe /FB1/ W1 Werkzeugkorrektur)			

Hinweis

Kurzbeschreibungen zu den Werkzeug-Parametern finden sich in der Bedienoberfläche.

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

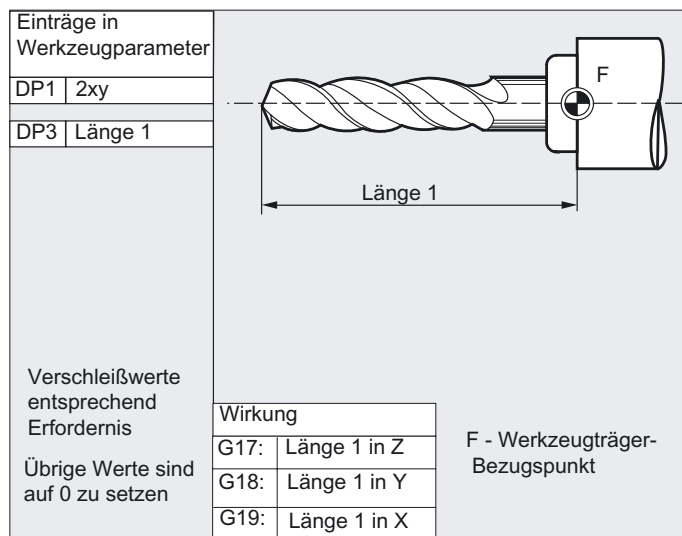
5.4.2 Bohrer

Innerhalb der Werkzeug-Gruppe "Bohrer" gibt es folgende Werkzeugtypen:

200	Spiralbohrer
205	Vollbohrer
210	Bohrstange
220	Zentrierbohrer
230	Spitzsenker
231	Flachsenker
240	Gewindebohrer Regalgewinde
241	Gewindebohrer Feingewinde
242	Gewindebohrer Withworthgewinde
250	Reibahle

Werkzeug-Parameter

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick, welche Werkzeug-Parameter (DP...) bei Bohrern in den Korrekturspeicher eingetragen werden:



Hinweis

Kurzbeschreibungen zu den Werkzeug-Parametern finden sich in der Bedienoberfläche.

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

5.4.3 Schleifwerkzeuge

Innerhalb der Werkzeug-Gruppe "Schleifwerkzeuge" gibt es folgende Werkzeugtypen:

- 400 Umfangsschleifscheibe
- 401 Umfangsschleifscheibe mit Überwachung
- 402 Umfangsschleifscheibe ohne Überwachung ohne Basismaß (WZV)
- 403 Umfangsschleifscheibe mit Überwachung ohne Basismaß für Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit SUG
- 410 Planscheibe
- 411 Planscheibe (WZV) mit Überwachung
- 412 Planscheibe (WZV) ohne Überwachung
- 413 Planscheibe mit Überwachung ohne Basismaß für Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit SUG
- 490 Abrichter

Werkzeug-Parameter

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick, welche Werkzeug-Parameter (DP...) bei Schleifwerkzeugen in den Korrekturspeicher eingetragen werden:

Einträge in Werkzeugparameter		TPG1	Spindelnummer
DP1	403	TPG2	Verkettungsvorschrift
DP2	Lage *)	TPG3	Minimaler Scheibenradius
DP3	Länge 1	TPG4	Min. Scheibenbreite
DP4	Länge 2	TPG5	Aktuelle Scheibenbreite
DP6	Radius	TPG6	Maximale Drehzahl
		TPG7	Max. Umfangsgeschwindigkeit
*) Schneidenlage		TPG8	Winkel der schrägen Scheibe
Verschleißwerte entsprechend Erfordernis		TPG9	Parameter-Nr.f.Radiusberechnung
Übrige Werte sind auf 0 zu setzen		F - Werkzeugträger-Bezugspunkt	
Wirkung			
G17:	Länge 1 in Y Länge 2 in X Radius in X/Y	<p>Das Diagramm zeigt eine schräge Schleifscheibe in der Draufsicht. Die Scheibe ist schräg zur Basis ausgerichtet. Gezeigt sind die Parameter: Länge 1 (die schräge Länge), Länge 2 (die Basislänge), Radius (an der Innerecke), Basis (die rechteckige Grundfläche) und Geometrie (die rechteckige Grundfläche). Ein Winkel $u_{y,v}$ ist an der Spitze der Scheibe eingezeichnet. Zwei Bezugspunkte 'F' sind an den Enden der Basis markiert.</p>	
G18:	Länge 1 in X Länge 2 in Z Radius in Z/X		
G19:	Länge 1 in Z Länge 2 in Y Radius in Y/Z		

Hinweis

Kurzbeschreibungen zu den Werkzeug-Parametern finden sich in der Bedienoberfläche.

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

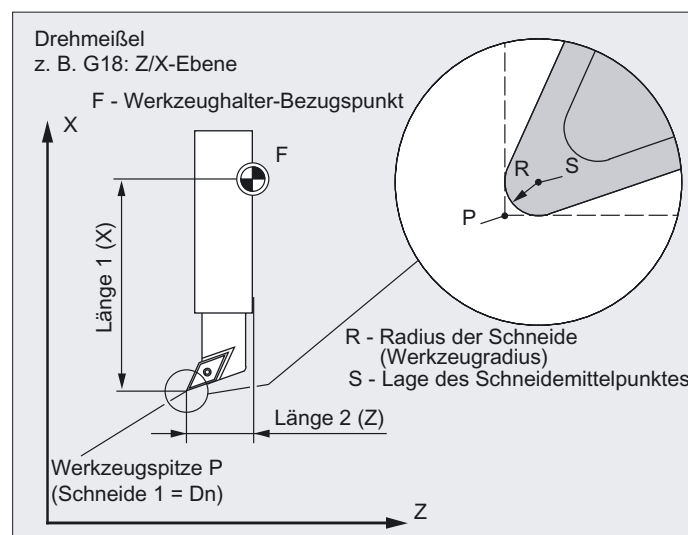
5.4.4 Drehwerkzeuge

Innerhalb der Werkzeug-Gruppe "Drehwerkzeuge" gibt es folgende Werkzeugtypen:

500	Schruppstahl
510	Schlichtstahl
520	Einstechstahl
530	Abstechstahl
540	Gewindestahl
550	Pilzstahl / Formstahl (WZV)
560	Drehbohrer (ECOCUT)
580	Messtaster mit Parameter Schneidenlage

Werkzeug-Parameter

Die folgenden Abbildungen geben einen Überblick, welche Werkzeug-Parameter (DP...) bei Drehwerkzeugen in den Korrekturspeicher eingetragen werden:



Der Werkzeugparameter DP2 gibt die Lage der Schneide an. Lagewert 1 bis 9 ist möglich.

X Schneidelager DP2

1 2 3 4 5

6 7 8 9 P=S

Hinweis:
Die Angaben Länge 1, Länge 2 beziehen sich auf den Punkt bei Schneidelage 1-8; bei 9 aber auf S (S=P)

Einträge in Werkzeugparameter		Verschleißwerte entsprechend Erfordernis Übrige Werte sind auf 0 zu setzen	Wirkung	
DP1	5xy		G17	Länge 1 in Y Länge 2 in X
DP2	1...9	G18	Länge 1 in X Länge 2 in Z	
DP3	Länge 1	G19	Länge 1 in Z Länge 2 in Y	
DP4	Länge 2			
DP6	Radius			

Hinweis

Kurzbeschreibungen zu den Werkzeug-Parametern finden sich in der Bedienoberfläche.

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

5.4.5 Sonderwerkzeuge

Innerhalb der Werkzeug-Gruppe "Sonderwerkzeuge" gibt es folgende Werkzeugtypen:

700	Nutsäge
710	3D-Messtaster
711	Kantentaster
730	Anschlag

Werkzeug-Parameter

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick, welche Werkzeug-Parameter (DP...) beim Werkzeugtyp "Nutsäge" in den Korrekturspeicher eingetragen werden:

Einträge in Werkzeugparameter		
DP3	Länge 1 - Basis	
DP4	Länge 2 - Basis	
DP6	Durchmesser -Geometrie	
DP7	Nullbreite -Geometrie	
DP8	Überstand -Geometrie	
Verschleißwerte entsprechend Erfordernis		
Übrige Werte sind auf 0 zu setzen.		
Wirkung		
G17:	Halber Durchmesser (L1) in X Überstand in (L2) Y Sägeblatt in (R) X/Y	Ebenenwahl 1.-2. Achse (X-Y)
G18:	Halber Durchmesser (L1) in Y Überstand in (L2) X Sägeblatt in (R) Z/X	Ebenenwahl 1.-2. Achse (X-Z)
G19:	Halber Durchmesser (L1) in Z Überstand in (L2) Z Sägeblatt in (R) Y/Z	Ebenenwahl 1.-2. Achse (Y-Z)

Hinweis

Kurzbeschreibungen zu den Werkzeug-Parametern finden sich in der Bedienoberfläche.

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

5.4.6 Verkettungsvorschrift

Die Längenkorrekturen Geometrie, Verschleiß und Basismaß können jeweils für die linke und rechte Scheibenkorrektur verkettet werden, d. h. werden die Längenkorrekturen für die linke Schneide geändert, so werden die Werte automatisch auch für die rechte Schneide eingetragen und umgekehrt.

Literatur

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Schleifen (W4)

5.5 Werkzeugkorrektur-Aufruf (D)

Funktion

Den 1 bis 8 (bei aktiver WZV 12) Schneiden eines Werkzeugs können verschiedene Werkzeugkorrekturdatensätze zugeordnet werden (z. B. unterschiedliche Korrekturwerte für die linke und rechte Schneide bei einem Einstechmeißel).

Die Aktivierung der Korrekturdaten (u. a. die Daten für die Werkzeuglängenkorrektur) einer speziellen Schneide erfolgt durch Aufruf der D-Nummer. Bei Programmierung von D0 sind die Korrekturen für das Werkzeug unwirksam.

Eine Werkzeugradiuskorrektur muss zusätzlich durch G41 / G42 eingeschaltet werden.

Hinweis

Werkzeuglängenkorrekturen wirken, wenn die D-Nummer programmiert ist. Wird keine D-Nummer programmiert, ist bei einem Werkzeugwechsel die über Maschinendatum definierte Standardeinstellung aktiv (→ siehe Angaben des Maschinenherstellers).

Syntax

Aktivierung eines Werkzeugkorrekturdatensatzes:

D<Nummer>

Aktivierung der Werkzeugradiuskorrektur:

G41 ...

G42 ...

Deaktivierung der Werkzeugkorrekturen:

D0

G40

Bedeutung

D	Befehl zur Aktivierung eines Korrekturdatensatzes für das aktive Werkzeug Die Werkzeuglängenkorrektur wird mit dem ersten programmierten Verfahren der zugehörigen Längenkorrekturachse herausgefahren. Achtung: Eine Werkzeuglängenkorrektur wirkt auch ohne D-Programmierung, wenn für den Werkzeugwechsel die automatische Aktivierung einer Werkzeugschneide projiziert ist (→ siehe Angaben des Maschinenherstellers).
<Nummer>	Über den Parameter <Nummer> wird der zu aktivierende Werkzeugkorrekturdatensatz angegeben. Die Art der D-Programmierung ist abhängig von der Projektierung der Maschine (siehe Absatz "Art der D-Programmierung"). Wertebereich: 0 - 32000
D0	Befehl zur Deaktivierung des Korrekturdatensatzes für das aktive Werkzeug
G41	Befehl zum Einschalten der Werkzeugradiuskorrektur mit Bearbeitungsrichtung links von der Kontur
G42	Befehl zum Einschalten der Werkzeugradiuskorrektur mit Bearbeitungsrichtung rechts von der Kontur
G40	Befehl zum Ausschalten der Werkzeugradiuskorrektur

Hinweis

Die Werkzeugradiuskorrektur ist ausführlich beschrieben im Kapitel "Werkzeugradiuskorrekturen".

Art der D-Programmierung

Die Art der D-Programmierung wird über Maschinendatum festgelegt.

Es gibt folgende Möglichkeiten:

- D-Nummer = Schneidenummer
 Zu jedem Werkzeug T<Nummer> (ohne WZV) bzw. T="Name" (mit WZV) existieren D-Nummern von 1 bis max. 12. Diese D-Nummern sind direkt den Schneiden von Werkzeugen zugeordnet. Zu jeder D-Nummer (= Schneidenummer) gehört ein Korrekturdatensatz (\$TC_DPx[t,d]).
- Freie Wahl von D-Nummern
 Die D-Nummern können den Schneidenummern eines Werkzeugs frei zugeordnet werden. Die Obergrenze der verwendbaren D-Nummern ist durch ein Maschinendatum festgelegt.
- Absolute D-Nummer ohne Bezug zur T-Nummer
 Bei Systemen ohne Werkzeugverwaltung ist eine Unabhängigkeit der D-Nummer zur T-Nummer wählbar. Den Bezug von T-Nummer, Schneide und Korrektur über D-Nummer legt der Anwender fest. Der Bereich der D-Nummern liegt zwischen 1 und 32000.

Literatur:

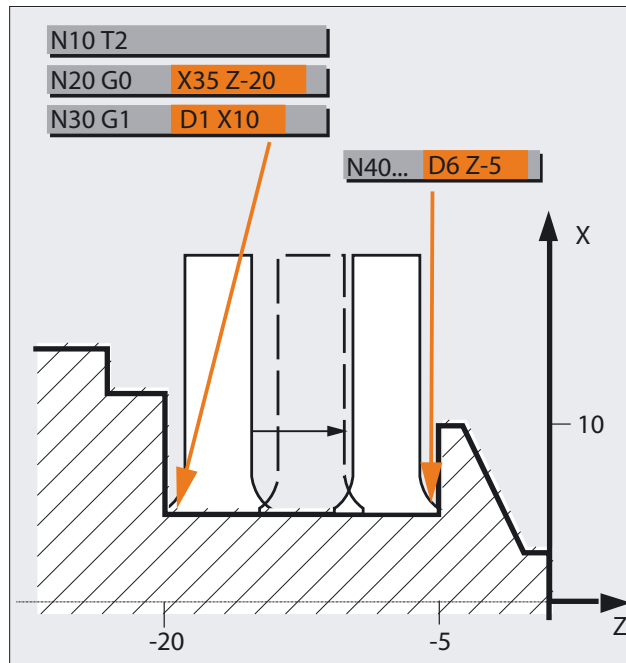
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)
 Funktionshandbuch Werkzeugverwaltung; Kapitel: "Varianten von D-Nummer-Zuordnungen"

Beispiele

Beispiel 1: Werkzeugwechsel mit T-Befehl (Drehen)

Programmcode	Kommentar
N10 T1 D1	; Werkzeug T1 einwechseln und den Werkzeugkorrekturdatensatz D1 von T1 aktivieren.
N11 G0 X... Z...	; Die Längenkorrekturen werden herausgefahren.
N50 T4 D2	; Werkzeug T4 einwechseln und den Werkzeugkorrekturdatensatz D2 von T4 aktivieren.
...	
N70 G0 Z... D1	; Andere Schneide D1 für das Werkzeug T4 aktivieren.

Beispiel 2: Unterschiedliche Korrekturwerte für die linke und rechte Schneide bei einem Einstechmeißel



5.6 Änderung der Werkzeugkorrekturdaten

Wirksamkeit

Eine Änderung der Werkzeugkorrekturdaten wird nach erneuter T- oder D-Programmierung wirksam.

Werkzeugkorrekturdaten sofort wirksam setzen

Über das folgende Maschinendatum kann festgelegt werden, dass eingegebene Werkzeugkorrekturdaten sofort wirksam gesetzt werden:

MD9440 \$MM_ACTIVATE_SEL_USER

GEFAHR

Wenn MD9440 gesetzt ist, dann werden Werkzeugkorrekturen, die sich aus Änderungen von Werkzeugkorrekturdaten **während des Teileprogramm-Stopps** ergeben, mit dem Fortsetzen des Teileprogramms herausgefahren.

5.7 Programmierbarer Werkzeugkorrektur-Offset (TOFFL, TOFF, TOFFR)

Funktion

Mit den Befehlen `TOFFL/TOFF` und `TOFFR` hat der Anwender die Möglichkeit, die effektive Werkzeuglänge bzw. den effektiven Werkzeugradius im NC-Programm zu modifizieren, ohne die im Korrekturspeicher abgelegten Werkzeugkorrekturdaten zu verändern.

Mit dem Programmende werden diese programmierten Offsets wieder gelöscht.

Werkzeuflängen-Offset

Programmierte Werkzeuflängen-Offsets werden abhängig von der Art der Programmierung entweder den im Korrekturspeicher abgelegten Werkzeuflängenkomponenten L1, L2 und L3 (`TOFFL`) oder den Geometrieachsen (`TOFF`) zugeordnet. Entsprechend werden die programmierten Offsets bei einem Ebenenwechsel (`G17/G18/G19` ↔ `G17/G18/G19`) behandelt:

- Sind die Offset-Werte den Werkzeuflängenkomponenten zugeordnet, werden die Richtungen, in welchen die programmierten Offsets wirken, entsprechend getauscht.
- Sind die Offset-Werte den Geometrieachsen zugeordnet, beeinflusst ein Ebenenwechsel die Zuordnung in Bezug auf die Koordinatenachsen nicht.

Werkzeugradius-Offset

Für die Programmierung eines Werkzeugradius-Offset steht der Befehl `TOFFR` zur Verfügung.

Syntax

Werkzeuflängen-Offset:

```
TOFFL=<Wert>  
TOFFL[1]=<Wert>  
TOFFL[2]=<Wert>  
TOFFL[3]=<Wert>  
TOFF[<Geometrieachse>]=<Wert>
```

Werkzeugradius-Offset:

```
TOFFR=<Wert>
```


Bedeutung

TOFFL	<p>Befehl zur Korrektur der effektiven Werkzeuglänge</p> <p>TOFFL kann mit oder ohne Index programmiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ohne Index: TOFFL= Der programmierte Offset-Wert wirkt in der Richtung, in der auch die im Korrekturspeicher abgelegte Werkzeuglängenkomponente L1 wirkt. • mit Index: TOFFL[1]=, TOFFL[2]= bzw. TOFFL[3]= Der programmierte Offset-Wert wirkt in der Richtung, in der auch die im Korrekturspeicher abgelegte Werkzeuglängenkomponente L1, L2 bzw. L3 wirkt. <p>Die Befehle TOFFL und TOFFL[1] sind in ihrer Wirkung identisch.</p> <p>Hinweis: Wie die Werkzeuglängen-Korrekturwerte in den Achsen verrechnet werden, bestimmen der Werkzeugtyp und die aktuelle Arbeitsebene (G17 / G18 / G19).</p>
TOFF	<p>Befehl zur Korrektur der Werkzeuglänge in der Komponente parallel zu der angegebenen Geometrieachse</p> <p>TOFF wirkt in Richtung der Werkzeuglängenkomponente, die bei nicht gedrehtem Werkzeug (orientierbarer Werkzeugträger bzw. Orientierungstransformation) parallel zu der im Index angegebenen <Geometrieachse> wirkt.</p> <p>Hinweis: Ein Frame beeinflusst die Zuordnung der programmierten Werte zu den Werkzeuglängenkomponenten nicht, d. h. für die Zuordnung der Werkzeuglängenkomponenten zu den Geometrieachsen wird nicht das Werkstückkoordinatensystem (WKS), sondern das Werkzeugkoordinatensystem in Werkzeuggrundstellung zugrunde gelegt.</p>
<Geometrieachse>	Bezeichner der Geometrieachse
TOFFR	<p>Befehl zur Korrektur des effektiven Werkzeugradius</p> <p>TOFFR verändert den effektiven Werkzeugradius bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur um den programmierten Offset-Wert.</p>
<Wert>	<p>Offset-Wert für die Werkzeuglänge bzw. -radius</p> <p>Typ: REAL</p>

Hinweis

Der TOFFR-Befehl hat fast die gleiche Wirkung wie der OFFN-Befehl (siehe "Werkzeugradiuskorrektur (Seite 285)"). Ein Unterschied ergibt sich lediglich bei aktiver Mantelkurventransformation (TRACYL) und aktiver Nutwandkorrektur. In diesem Fall wirkt OFFN mit negativem Vorzeichen auf den Werkzeugradius, TOFFR dagegen mit positivem Vorzeichen.

OFFN und TOFFR können gleichzeitig wirksam sein. Sie wirken dann in der Regel additiv (außer bei Nutwandkorrektur).

Weitere Syntaxregeln

- Die Werkzeuglänge kann in allen drei Komponenten gleichzeitig verändert werden. Es dürfen in einem Satz aber nicht gleichzeitig Befehle der Gruppe TOFFL/TOFFL[1..3] einerseits und der Gruppe TOFF[<Geometrieachse>] andererseits verwendet werden. Ebenso dürfen in einem Satz nicht gleichzeitig TOFFL und TOFFL[1] geschrieben werden.
- Werden in einem Satz nicht alle drei Werkzeuglängenkomponenten programmiert, so bleiben die nicht programmierten Komponenten unverändert. Dadurch ist es möglich, Korrekturen für mehrere Komponenten satzweise aufzubauen. Dies gilt jedoch nur, solange die Werkzeugkomponenten entweder nur mit TOFFL oder nur mit TOFF modifiziert werden. Ein Wechsel der Programmierart von TOFFL nach TOFF oder umgekehrt löscht zunächst alle evtl. zuvor programmierten Werkzeuglängen-Offsets (siehe Beispiel 3).

Randbedingungen

- **Auswertung von Settingdaten**

Bei der Zuordnung der programmierten Offset-Werte zu den Werkzeuglängenkomponenten werden folgende Settingdaten ausgewertet:

SD42940 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST (Wechsel der Werkzeuglängenkomponenten bei Ebenenwechsel)

SD42950 \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE (Zuordnung der Werkzeuglängenkompensation unabhängig vom Werkzeugtyp)

Haben diese Settingdaten gültige Werte ungleich 0, dann haben diese Vorrang vor dem Inhalt der G-Code-Gruppe 6 (Ebenenwahl G17 - G19) bzw. dem in den Werkzeugdaten enthaltenen Werkzeugtyp (\$TC_DP1[<T-Nr.>, <D-Nr.>]), d. h. diese Settingdaten beeinflussen die Bewertung der Offsets in gleicher Weise wie die Werkzeuglängenkomponenten L1 bis L3.

- **Werkzeugwechsel**

Alle Offset-Werte bleiben bei einem Werkzeugwechsel (Schneidenwechsel) erhalten, d. h. sie werden bei dem neuen Werkzeug (der neuen Schneide) ebenfalls wirksam.

Beispiele

Beispiel 1: Positiver Werkzeuglängen-Offset

Das aktive Werkzeug sei ein Bohrer mit der Länge L1 = 100 mm.

Die aktive Ebene sei G17, d. h. der Bohrer zeigt in Z-Richtung.

Die effektive Bohrerlänge soll um 1mm verlängert werden. Für die Programmierung dieses Werkzeuglängen-Offsets stehen folgende Varianten zur Verfügung:

TOFFL=1

oder

TOFFL[1]=1

oder

TOFF[Z]=1

Beispiel 2: Negativer Werkzeuglängen-Offset

Das aktive Werkzeug sei ein Bohrer mit der Länge L1 = 100 mm.

Die aktive Ebene sei G18, d. h. der Bohrer zeigt in Y-Richtung.

Die effektive Bohrerlänge soll um 1mm verkürzt werden. Für die Programmierung dieses Werkzeuglängen-Offsets stehen folgende Varianten zur Verfügung:

TOFFL=-1

oder

TOFFL[1]=-1

oder

TOFF[Y]=1

Beispiel 3: Wechsel der Programmierart von TOFFL nach TOFF

Das aktive Werkzeug sei ein Fräswerkzeug. Die aktive Ebene sei G17.

Programmcode	Kommentar
N10 TOFFL[1]=3 TOFFL[3]=5	; Wirksame Offsets: L1=3, L2=0, L3=5
N20 TOFFL[2]=4	; Wirksame Offsets: L1=3, L2=4, L3=5
N30 TOFF[Z]=1.3	; Wirksame Offsets: L1=0, L2=0, L3=1.3

Beispiel 4: Ebenenwechsel

Programmcode	Kommentar
N10 \$TC_DP1[1,1]=120	
N20 \$TC_DP3[1,1]=100	; Werkzeuglänge L1=100mm
N30 T1 D1 G17	
N40 TOFF[Z]=1.0	; Offset in Z-Richtung (entspricht L1 bei G17).
N50 G0 X0 Y0 Z0	; Maschinenachseposition X0 Y0 Z101
N60 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Maschinenachseposition X0 Y100 Z1
N70 G17	
N80 TOFFL=1.0	; Offset in L1-Richtung (entspricht Z bei G17).
N90 G0 X0 Y0 Z0	; Maschinenachseposition X0 Y0 Z101.
N100 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Maschinenachseposition X0 Y101 Z0.

In diesem Beispiel bleibt beim Wechsel nach G18 im Satz N60 der Offset von 1 mm in der Z-Achse erhalten, die effektive Werkzeuglänge in der Y-Achse ist die unveränderte Werkzeuglänge von 100mm.

Im Satz N100 wirkt der Offset beim Wechsel nach G18 dagegen in der Y-Achse, weil er bei der Programmierung der Werkzeuglänge L1 zugeordnet wurde, und diese Längskomponente bei G18 in der Y-Achse wirkt.

Weitere Informationen

Anwendungen

Die Funktion "Programmierbarer Werkzeugkorrektur-Offset" ist speziell für Kugelfräser und Fräser mit Eckenradien interessant, da diese im CAM-System oft auf Kugelmitte statt auf Kugelspitze berechnet werden. Bei der Messung des Werkzeugs wird aber in der Regel die Werkzeugspitze vermessen und als Werkzeuglänge im Korrekturspeicher hinterlegt.

Systemvariablen zum Lesen der aktuellen Offset-Werte

Die aktuell wirksamen Offsets können mit den folgenden Systemvariablen gelesen werden:

Systemvariable		Bedeutung
\$P_TOFFL [<n>]	mit $0 \leq n \leq 3$	Liest den aktuellen Offset-Wert von TOFFL (bei $n = 0$) bzw. TOFFL[1...3] (bei $n = 1, 2, 3$) im Vorlaufkontext.
\$P_TOFF [<Geometrieachse>]		Liest den aktuellen Offset-Wert von TOFF[<Geometrieachse>] im Vorlaufkontext.
\$P_TOFFR		Liest den aktuellen Offset-Wert von TOFFR im Vorlaufkontext.
\$AC_TOFFL [<n>]	mit $0 \leq n \leq 3$	Liest den aktuellen Offset-Wert von TOFFL (bei $n = 0$) bzw. TOFFL[1...3] (bei $n = 1, 2, 3$) im Hauptlaufkontext (Synchronaktionen).
\$AC_TOFF [<Geometrieachse>]		Liest den aktuellen Offset-Wert von TOFF[<Geometrieachse>] im Hauptlaufkontext (Synchronaktionen).
\$AC_TOFFR		Liest den aktuellen Offset-Wert von TOFFR im Hauptlaufkontext (Synchronaktionen).

Hinweis

Die Systemvariablen \$AC_TOFFL, \$AC_TOFF und AC_TOFFR lösen beim Lesen aus dem Vorlaufkontext (NC-Programm) einen automatischen Vorlaufstopp aus.

Spindelbewegung

6.1 Spindeldrehzahl (S), Spindeldrehrichtung (M3, M4, M5)

Funktion

Mit den genannten Funktionen

- schalten Sie die Spindel ein,
- legen Sie die benötigte Spindeldrehrichtung fest und
- definieren Sie z. B. bei Drehmaschinen die Gegenspindel oder ein angetriebenes Werkzeug als Masterspindel.

Die folgenden Programmierbefehle gelten für die Masterspindel: G95, G96/G961, G97/G971, G33, G331 (siehe auch Kapitel "Hauptspindel, Masterspindel").

Maschinenhersteller

Die Definition als Masterspindel ist auch über Maschinendatum möglich (Voreinstellung).

Syntax

M3 **oder** M1=3

M4 **oder** M1=4

M5 **oder** M1=5

s...

Sn=...

SETMS (n) **oder** SETMS

Bedeutung

M1=3 M1=4 M1=5	Spindeldrehrichtung rechts/links, Spindel Halt für Spindel 1. Für weitere Spindeln gilt entsprechend M2=... M3=...
M3	Spindeldrehrichtung rechts für Masterspindel
M4	Spindeldrehrichtung links für Masterspindel
M5	Spindel Halt für Masterspindel
S...	Spindeldrehzahl in Umdrehungen/min für die Masterspindel
Sn...=	Spindeldrehzahl in Umdrehungen/min für Spindel n
SETMS (n)	Die unter n angegebene Spindel soll als Masterspindel gelten
SETMS	Zurückschalten auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel

Spindeldrehzahl S

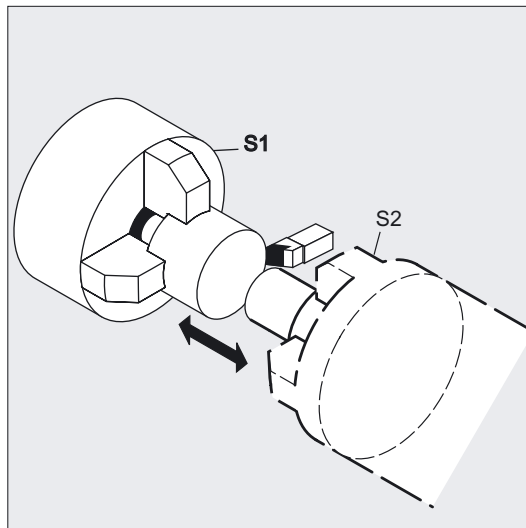
Die mit S... oder S0=... angegebene Drehzahl gilt für die Masterspindel. Für zusätzliche Spindeln geben Sie die entsprechende Nummer an: =..., S2=...

Hinweis

Pro NC-Satz dürfen 3 S-Werte programmiert werden.

Beispiel Masterspindel mit Arbeitsspindel

S1 ist Masterspindel, S2 ist zweite Arbeitsspindel. Das Drehteil soll von 2 Seiten bearbeitet werden. Hierfür ist eine Aufteilung der Arbeitsschritte notwendig. Nach dem Abstechen nimmt die Synchronereinrichtung (S2) das Werkstück für die abstichseitige Bearbeitung auf. Hierzu wird diese Spindel S2 als Masterspindel definiert, für sie gilt dann G95.



Programmcode	Kommentar
N10 S300 M3	; Drehzahl und Drehrichtung für Antriebsspindel = voreingestellte Masterspindel
N20...N90	; Bearbeitung der rechten Werkstückseite
N100 SETMS(2)	; S2 ist jetzt Masterspindel
N110 S400 G95 F...	; Drehzahl für neue Masterspindel
N120...N150	; Bearbeitung der linken Werkstückseite
N160 SETMS	; Zurückschalten auf Masterspindel S1

Voreingestellte M-Befehle, M3, M4, M5

In einem Satz mit Achsbefehlen werden die genannten Funktionen eingeschaltet, **bevor** die Achsbewegungen starten (Grundeinstellung der Steuerung).

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
N10 G1 F500 X70 Y20 S270 M3	; Die Spindel läuft auf 270 U/min hoch, dann werden die Bewegungen in X und Y ausgeführt.
N100 G0 Z150 M5	; Spindel-Halt vor der Rückzugsbewegung in Z

Hinweis

Über Maschinendatum ist einstellbar, ob die Achsbewegungen erst nach Spindelhochlauf auf Solldrehzahl bzw. Spindelstopp ausgeführt werden oder ob sofort nach den programmierten Schaltvorgängen verfahren wird.

Arbeiten mit mehreren Spindeln

In einem Kanal können gleichzeitig 5 Spindeln, Masterspindel plus 4 zusätzliche Spindeln, vorhanden sein.

Eine Spindel wird per Maschinendatum als **Masterspindel** definiert. Für diese Spindel gelten spezielle Funktionen wie z. B. Gewindeschneiden, Gewindebohren, Umdrehungsvorschub, Verweilzeit. Für die übrigen Spindeln, wie z. B. eine zweite Arbeitsspindel und angetriebenes Werkzeug, müssen bei Drehzahl und Drehrichtung/Spindelstopp die entsprechenden Nummern angegeben werden.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
N10 S300 M3 S2=780 M2=4	; Masterspindel 300 U/min, Rechtslauf, 2. Spindel 780 U/min, Linkslauf

Ausschalten SETMS

Mit SETMS ohne Spindelangabe schalten Sie auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel zurück.

Programmierbares Umschalten der Masterspindel, SETMS(n)

Per Befehl können Sie im NC-Programm jede Spindel als Masterspindel definieren.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
N10 SETMS(2)	; SETMS muss in einem eigenen Satz stehen, Spindel 2 ist jetzt Masterspindel

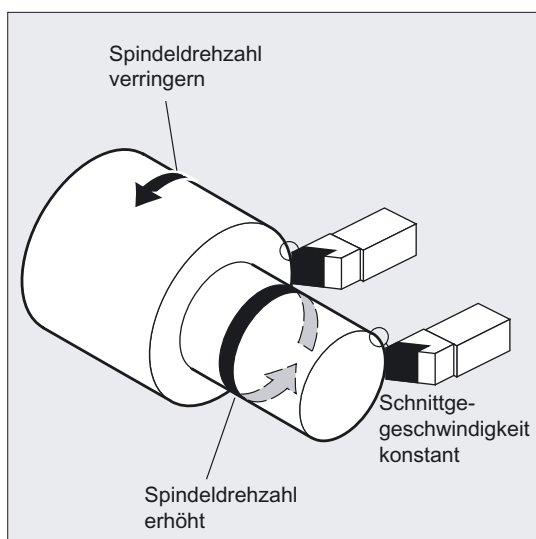
Hinweis

Für diese gelten jetzt die mit S angegebene Drehzahl sowie M3, M4, M5.

6.2 Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC)

Funktion

Bei eingeschaltetem G96/G961 wird, abhängig vom jeweiligen Werkstückdurchmesser, die Spindeldrehzahl so verändert, dass die Schnittgeschwindigkeit S in m/min bzw. ft/min an der Werkzeugschneide konstant bleibt.



Hierdurch erhalten Sie gleichmäßige Drehbilder und damit bessere Oberflächenqualität und schonen auch das Werkzeug.

Die mit G96/G961/G962 aktivierte konstante Schnittgeschwindigkeit kann mit G97/G971/G972 bei dem jeweils aktiven Vorschubtyp (G94 Linearvorschub oder G95 Umdrehungsvorschub) wieder abgewählt werden.

Mit G973 wird eine konstante Schnittgeschwindigkeit (G96) abgewählt, ohne dass eine Drehzahlbegrenzung wie es bei G97 der Fall ist, aktiviert wird.

Bei aktiver Funktion von G96/G961/G962 kann mit SCC[Achse] eine beliebige Geometrieachse als Bezugsachse zugeordnet werden. Ändert sich die Bezugsachse und damit die Bezugsposition der Werkzeugspitze (TCP-Tool Center Point) für die konstante Schnittgeschwindigkeit, wird die resultierende Spindeldrehzahl über die eingestellte Brems- bzw. Beschleunigungsrampe angefahren.

Mit dem Befehl LIMS wird eine maximale Drehzahlbegrenzung für die Masterspindel vorgegeben.

Syntax**Einschalten**

G96 oder G96 S...

Ausschalten

G97

G973 ohne eine Spindeldrehzahlbegrenzung zu aktivieren

Ein-/Ausschalten

G961 oder G971 mit Vorschubtyp wie bei G94

G962 oder G972 mit Vorschubtyp entweder wie bei G94 oder wie bei G95

Drehzahlbegrenzung der Masterspindel in einem Satz

LIMS=Wert oder LIMS[1]=Wert bis zu LIMS[4]=Wert in einen Satz

LIMS kann für Maschinen mit umschaltbaren Masterspindeln auf vier Limitierungen einer jeden dieser Masterspindeln im Teileprogramm erweitert werden. Die mit G26 programmierte oder über Settingdaten festgelegte Grenzdrehzahl kann mit LIMS nicht überschritten werden und führt bei Nichteinhaltung zu einer Alarmmeldung.

Zuordnung der angegebenen Achse als Bezugsachse

SCC[AX] kann getrennt oder zusammen mit G96/G961/G962 programmiert werden.

Hinweis

Die Bezugsachse für G96/G961/G962 muss zum Programmierzeitpunkt von SCC[AX] eine im Kanal bekannte Geometrieachse sein. Die Programmierung von SCC[AX] ist auch bei aktivem G96/G961/G962 möglich.

Bedeutung

G96	Konstante Schnittgeschwindigkeit einschalten mit Vorschubtyp wie bei G95 (Umdrehungsvorschub bezogen auf eine Masterspindel)
G961=	Konstante Schnittgeschwindigkeit einschalten mit Vorschubtyp wie bei G94 (Linearvorschub bezogen auf eine Linear-/Rundachse)
G962=	Konstante Schnittgeschwindigkeit einschalten mit Vorschubtyp entweder wie bei G94 oder wie bei G95

S...	Schnittgeschwindigkeit in m/min, wirkt immer auf die Masterspindel Wertebereich. Wertebereich Der Wertebereich für die Schnittgeschwindigkeit S kann zwischen 0.1 m/min ... 9999 9999.9 m/min liegen. Die Feinheit ist über Maschinendatum einstellbar. Hinweis: Bei G70/G700: Schnittgeschwindigkeit in feet/min.
G97	Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten mit Vorschubtyp wie bei G95 (Umdrehungsvorschub bezogen auf eine Masterspindel)
G971=	Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten mit Vorschubtyp wie bei G94 (Linearvorschub bezogen auf eine Linear-/Rundachse)
G972=	Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten mit Vorschubtyp entweder wie bei G94 oder wie bei G95
G973=	Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten, ohne eine Drehzahlbegrenzung zu aktivieren.
LIMS=	Die Drehzahlbegrenzung ist wirksam bei aktivem G96, G961 und G97 für die Masterspindel (bei G971 wirkt LIMS nicht). LIMS wirkt auf die Masterspindel.
LIMS[1 bis 4]=<Wert>	Es können in einem Satz für bis zu 4 Spindeln Begrenzungen mit unterschiedlichen Werten programmiert werden. Ohne Angabe der Erweiterung wirkt LIMS wie bisher nur auf eine Masterspindel.
SCC[<Achse>]	Selektive Zuordnung der angegebenen Achse zu G96/G961/G962
<Wert>	Spindeldrehzahlbegrenzung in U/min
<Achse>	Die Achse kann als Bezugsachse eine Geometrie-, Kanal- oder Maschinenachse sein, anderenfalls erfolgt der Alarm 14850

Beispiel Drehzahlbegrenzung für die Masterspindel

Programmcode	Kommentar
N10 SETMS(3)	
N20 G96 S100 LIMS=2500	; Drehzahlbegrenzung auf 2500 U/min
N60 G96 G90 X0 Z10 F8 S100 LIMS=444	; max. Drehzahl der Masterspindel ist 444 U/min

Beispiel Drehzahlbegrenzung für bis zu 4 Spindeln

Die Drehzahlbegrenzungen werden für die Spindel 1 (angenommene Masterspindel) und die Spindeln 2, 3 und 4 festgelegt:


```
N10 LIMS=300 LIMS[2]=450 LIMS[3]=800 LIMS[4]=1500
```

Beispiel Zuordnung einer Y-Achse bei eine Planbearbeitung mit X-Achse

Programmcode	Kommentar
N10 G18 LIMS=3000 T1 D1	; Drehzahlbegrenzung auf 3000 U/min
N20 G0 X100 Z200	
N30 Z100	
N40 G96 S20 M3	; konstante Schnittgeschwindigkeit 20 m/min, ist abhängig von der X-Achse
N50 G0 X80	
N60 G01 F1.2 X34	; Planbearbeitung in X mit 1.2 mm/Umdrehungen
N70 G0 G94 X100	
N80 Z80	
N100 T2 D1	
N110 G96 S40 SCC[Y]	; Y-Achse wird G96 zugeordnet und G96 aktiviert, ist in
...	einem Satz möglich. Konstante Schnittgeschwindigkeit S40 m/min ist abhängig von der Y-Achse
N140 Y30	
N150 G01 F1.2 Y=27	; Einstechen in Y, Vorschub F 1.2 mm/Umdrehungen
N160 G97	; konstante Schnittgeschwindigkeit aus
N170 G0 Y100	

Vorschub F angleichen

Bei eingeschaltetem G96 wird automatisch G95 Vorschub in mm/Umdrehung eingeschaltet.

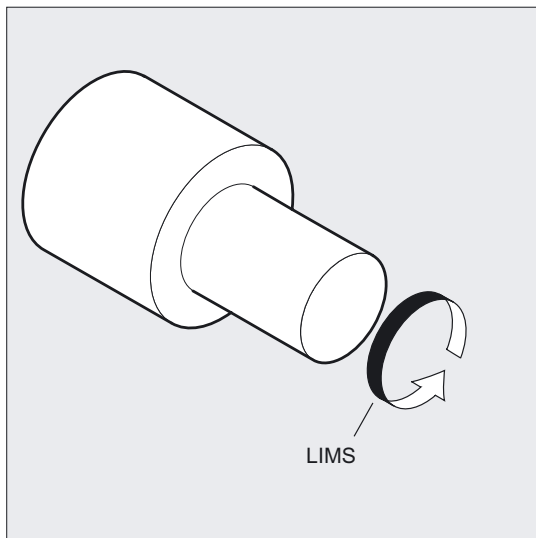
 VORSICHT
Falls G95 noch nicht eingeschaltet war, müssen Sie bei Aufruf von G96 einen neuen Vorschubwert F angeben (z. B. F-Wert von mm/min auf mm/Umdrehung umstellen).

Konstante Schnittgeschwindigkeit einschalten, G96/G961

Bei Erstanwahl von G96/G961 im Teileprogramm muss, und bei Wiederanwahl kann, eine konstante Schnittgeschwindigkeit in m/min bzw. feet/min eingegeben werden.

Obere Drehzahlbegrenzung LIMS

Falls Sie ein Werkstück mit großen Durchmesserunterschieden bearbeiten, empfiehlt sich die Angabe einer Spindeldrehzahlbegrenzung. Hierdurch lassen sich bei kleinen Durchmessern unzulässig hohe Drehzahlen ausschließen. LIMS wirkt als Drehzahlbegrenzung bei G96/G961 und G97.



Hinweis

Beim Einwechseln des Satzes in den Hauptlauf werden alle programmierten Werte in die Settingdaten übernommen.

Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten, G97/G971/G973

Nach G97/G971 interpretiert die Steuerung ein S-Wort wieder als Spindeldrehzahl in Umdrehungen/min. Falls Sie keine neue Spindeldrehzahl angeben, wird die zuletzt durch G96/G961 eingestellte Drehzahl beibehalten.

- Die Funktion G96/G961 kann auch mit G94 oder G95 ausgeschaltet werden. In diesem Fall gilt die zuletzt programmierte Drehzahl S für den weiteren Bearbeitungsablauf.
- G97 kann ohne vorheriges G96 programmiert werden. Die Funktion wirkt dann wie G95, zusätzlich kann LIMS programmiert werden.
- Mit G961 und G971 kann die konstante Schnittgeschwindigkeit ein-/ausgeschaltet werden.
- Mit G973 kann die konstante Schnittgeschwindigkeit ausgeschaltet werden, ohne dass eine Spindeldrehzahlbegrenzung aktiviert wird.

Hinweis

Die Planachse muss über Maschinendatum definiert sein.

Fahren im Eilgang G0

Beim Fahren im Eilgang G0 werden keine Drehzahländerungen vorgenommen. Ausnahme: Wird die Kontur im Eilgang angefahren und der nächste NC-Satz enthält einen Bahnbefehl G1, G2, G3..., dann stellt sich bereits im Anfahrsatz G0 die Drehzahl für den nächsten Bahnbefehl ein.

Achstausch der zugeordneten Kanalachse

Die Eigenschaft Bezugsachse für G96/G961/G962 ist immer einer Geometrieachse zugeordnet. Bei Achstausch der zugeordneten Kanalachse bleibt die Eigenschaft Bezugsachse für G96/G961/G962 im alten Kanal.

Ein Geoachstausch beeinflusst die Zuordnung Geometrieachse zur konstanten Schnittgeschwindigkeit nicht. Verändert ein Geoachstausch die TCP-Bezugsposition für G96/G961/G962, so fährt die Spindel über Rampe die neue Drehzahl an.

Wird durch Geoachstausch keine neue Kanalachse zugeordnet z.B. GEOAX(0, X), so wird die Spindeldrehzahl entsprechend G97 eingefroren.

Beispiele für Geochstausch GEOAX mit Zuordnungen der Bezugsachse mit SCC

Programmcode	Kommentar
Beispiel 1	
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1, X1)	; Kanalachse X1 wird zur ersten Geoachse
N20 SCC[X]	; erste Geoachse (X) wird zur Bezugsachse für G96/G961/G962
N30 GEOAX(1, X2)	; Kanalachse X2 wird zur ersten Geoachse
N40 G96 M3 S20	; Bezugsachse für G96 ist Kanalachse X2
Beispiel 2	
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1, X1)	; Kanalachse X1 wird zur ersten Geoachse
N20 SCC[X1]	; X1 und implizit die erste Geoachse (X) wird zur Bezugsachse für G96/G961/G962
N30 GEOAX(1, X2)	; Kanalachse X2 wird zur ersten Geoachse
N40 G96 M3 S20	; Bezugsachse für G96 ist X2 bzw. X, kein Alarm
Beispiel 3	
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1, X2)	; Kanalachse X2 wird zur ersten Geoachse
N20 SCC[X1]	; X1 ist keine Geoachse, der Korrektursatzalarm 14850
Beispiel 4	
N05 G0 Z50	
N10 X35 Y30	
N15 SCC[X]	; Bezugsachse für G96/G961/G962 ist X
N20 G96 M3 S20	; konstante Schnittgeschwindigkeit mit 10 mm/min ein
N25 G1 F1.5 X20	; Planbearbeitung in X mit 1.5 mm/Umdrehung
N30 G0 Z51	
N35 SCC[Y]	; Bezugsachse für G96 ist Y, Reduzierung Spindeldrehzahl (Y30)
N40 G1 F1.2 Y25	; Planbearbeitung in Y mit 1.2 mm/Umdrehung

Literatur

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Planachsen (P1) und Vorschübe (V1).

6.3 Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF)

Funktion

Durch die Funktion "Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit" (= SUG) wird die Drehzahl einer Schleifscheibe so eingestellt, dass sich unter Berücksichtigung des aktuellen Radius eine gleichbleibende Scheibenumfangsgeschwindigkeit ergibt.

Syntax

GWPSON (T-Nr.)

GWPSOF (T-Nr.)

S...

S1...

Bedeutung

GWPSON (T-Nr.)	Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit SUG anwählen Angabe der T-Nummer nur notwendig, wenn das Werkzeug mit dieser T-Nummer nicht aktiv ist.
GWPSOF (T-Nr.)	SUG abwählen; Angabe der T-Nummer nur notwendig, wenn das Werkzeug mit dieser T-Nummer nicht aktiv ist.
S...	SUG programmieren
S1...	S...: SUG für Masterspindel; S1...: SUG für Spindel 1
SUG	Wert der Umfangsgeschwindigkeit in m/s oder ft/s SUG kann nur für Schleifwerkzeuge (Typ 400-499) angewählt werden.

Beispiel Schleifwerkzeuge mit konstanter Scheibenumfangsgeschwindigkeit

Für die Schleifwerkzeuge T1 und T5 soll konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit gelten.
T1 ist das aktive Werkzeug.

Programmcode	Kommentar
N20 T1 D1	; T1 und D1 anwählen
N25 S1=1000 M1=3	; 1000 Umdr./min für Spindel 1
N30 S2=1500 M2=3	; 1500 Umdr./min für Spindel 2
...	
N40 GWPSON	; SUG-Anwahl für aktives WerkzeugSUG
N45 S1 = 60	; SUG für akt. Werkzeug auf 60 m/s setzen
...	
N50 GWPSON(5)	; SUG-Anwahl für Werkzeug 5 (2. Spindel)
N55 S2 = 40	; SUG für Spindel 2 auf 40 m/s setzen
...	
N60 GWPSOF	; SUG für aktives Werkzeug ausschalten
N65 GWPSOF(5)	; SUG für Werkzeug 5 (Spindel 2) ausschalten

Werkzeugspezifische Parameter

Um die Funktion "Konstante Umfangsgeschwindigkeit" aktivieren zu können, müssen die werkzeugspezifischen Schleifdaten \$TC_TPG1, \$TC_TPG8 und \$TC_TPG9 entsprechend gesetzt werden. Bei eingeschalteter SUG werden auch Online-Korrekturwerte (= Verschleißparameter; vgl. "Schleifspezifische Werkzeugüberwachung im Teileprogramm TMON, TMOF" bzw. PUTFTOC, PUTFTOCF) bei der Drehzahländerung berücksichtigt!

SUG anwählen: GWPSON, SUG programmieren

Nach Anwahl der SUG mit GWPSON wird jeder nachfolgende S-Wert für diese Spindel als Scheibenumfangsgeschwindigkeit interpretiert.

Die Anwahl der SUG mit GWPSON führt nicht zur automatischen Aktivierung der Werkzeuglängenkorrektur oder Werkzeugüberwachung.

Die SUG kann für mehrere Spindeln eines Kanals mit jeweils unterschiedlichen Werkzeugnummern gleichzeitig aktiv sein.

Soll für eine Spindel, für die SUG bereits aktiv ist, SUG mit einem neuen Werkzeug angewählt werden, so muss die aktive SUG zuerst mit GWPSOF abgewählt werden.

SUG ausschalten: GWPSOF

Bei Abwahl der SUG mit GWPSOF wird die zuletzt ermittelte Drehzahl als Sollwert beibehalten.

Bei Teileprogrammende oder Reset wird die SUG-Programmierung zurückgesetzt.

Aktive SUG abfragen: \$P_GWPS[Spindel-Nr.]

Mit dieser Systemvariablen kann vom Teileprogramm aus abgefragt werden, ob die SUG für eine bestimmte Spindel aktiv ist.

TRUE: SUG ist **eingeschaltet**.

FALSE: SUG ist **ausgeschaltet**.

6.4 Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26)**Funktion**

Sie können im NC-Programm die in den Maschinendaten und Settingdaten festgelegten min. und max. Spindeldrehzahlen per Befehl verändern. Programmierte Spindeldrehzahlbegrenzungen sind für alle Spindeln des Kanals möglich.

Syntax


G25 S... S1=... S2=...

G26 S... S1=... S2=...

Pro Satz dürfen maximal drei Spindeldrehzahlbegrenzungen programmiert werden.

Bedeutung

G25	Untere Spindeldrehzahlbegrenzung
G26	Obere Spindeldrehzahlbegrenzung
S S1 S2=...=...	Minimale bzw. maximale Spindeldrehzahl
Werteberei ch	Die Wertzuweisung für die Spindeldrehzahl kann von U/min ... 9999 9999.9 U/min erfolgen.

 VORSICHT
Eine mit G25 oder G26 programmierte Spindeldrehzahlbegrenzung überschreibt die Grenzdrehzahlen in den Settingdaten und bleibt somit auch über das Programm-Ende hinaus gespeichert.

Beispiele

Programmcode	Kommentar
N10 G26 S1400 S2=350 S3=600	; Obere Grenzdrehzahl für Masterspindel, Spindel 2 und Spindel 3

Maximal mögliche Spindel-Drehzahlbegrenzungen in einem Satz

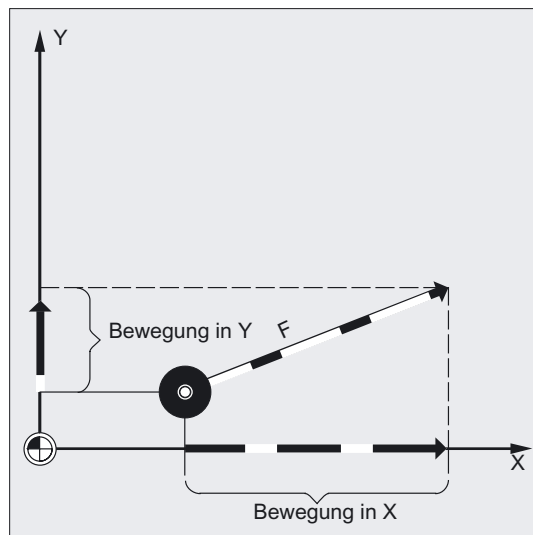
Programmcode	Kommentar
LIMS[1]=500 LIMS[2]=600 LIMS[3]=700 LIMS[3]=800	; Drehzahlbegrenzungen der Masterspindel maximal für 4 Spindeln in einem Satz
G25 S1=1 S2=2 S3=3 G26 S1=1000 S2=2000 S3=3000	; Untere- und Obere- Grenzdrehzahl maximal 3 Spindelbegrenzungen in einem Satz

Vorschubregelung

7.1 Vorschub (G93, G94, G95 oder F..., FGROUP, FL, FGREF)

Funktion

Mit den Befehlen G93, G94, G95, F, FGROUP, FL und FGREF stellen Sie im NC-Programm die Vorschubgeschwindigkeiten für alle an der Bearbeitungsfolge beteiligten Achsen ein.



Im Regelfall setzt sich der Bahnvorschub aus den einzelnen Geschwindigkeitskomponenten aller an der Bewegung beteiligten Geometrieachsen zusammen und bezieht sich auf den Fräsermittelpunkt bzw. auf die Werkzeugspitze des Drehstahls.

Folgende Vorschubarten können programmiert werden:

- Bahnvorschub der an der Bewegung beteiligten Geometrieachsen mit den G-Befehlen G93, G94, G95
- Vorschub F für Bahnachsen
- Vorschub F für Synchronachsen
- Vorschub F für alle unter FGROUPE angegebenen Achsen
- Vorschub für Synchron-/Bahnachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL

Syntax

G93 oder G94 oder G95
F...
FGROUP (X, Y, Z, A, B, ...)
FL[Achse]=...
FGREF[Achsname]=<Bezugsradius>

Bedeutung

G93	Zeitreziproker Vorschub in 1/min
G94	Vorschub in mm/min bzw. inch/min oder in Grad/min
G95	Vorschub in mm/Umdrehung bzw. inch/Umdrehung bezogen auf die Umdrehungen der Masterspindel (in der Regel die Frässpindel oder die Hauptspindel der Drehmaschine)
F...F	Vorschubwert, es gilt die mit G93, G94, G95 eingestellte Einheit
FGROUP	Vorschubwert F gilt für alle unter FGROUP angegebenen Achsen
FL	Grenzgeschwindigkeit für Synchron-/Bahnachsen; es gilt die mit G94 eingestellte Einheit (max. Eilgang). Pro Achse kann ein FL-Wert programmiert werden. Als Achsbezeichner sind die des Basiskoordinatensystems zu verwenden (Kanalachsen, Geometrieachsen).
FGREF	Effektiver Radius (Bezugsradius) für die in FGROUP notierten Rundachsen
Achse	Kanalachsen oder Geometrieachsen oder Orientierungsachsen
X Y Z	Bewegung der angegebenen Geometrieachse
A, B, C	Achsbezeichnung der Rundachse, die verfahren werden soll

Beispiel: Wirkungsweise von FGROU

Das folgende Beispiel soll die Wirkungsweise von FGROU auf den Bahnweg und Bahnvorschub verdeutlichen. Die Variable \$AC_TIME enthält die Zeit vom Satzanfang in Sekunden. Sie ist nur in Synchronaktionen verwendbar.

Programmcode	Kommentar
N100 G0 X0 A0	
N110 FGROU(X,A)	
N120 G91 G1 G710 F100	; Vorschub= 100mm/min bzw. 100Grad/min
N130 DO \$R1=\$AC_TIME	
N140 X10	; Vorschub= 100mm/min, Bahnweg= 10mm, R1= ca.6s
N150 DO \$R2=\$AC_TIME	
N160 X10 A10	; Vorschub= 100mm/min, Bahnweg= 14.14mm, R2= ca.8s
N170 DO \$R3=\$AC_TIME	
N180 A10	; Vorschub= 100Grad/min, Bahnweg= 10Grad, R3= ca.6s
N190 DO \$R4=\$AC_TIME	
N200 X0.001 A10	; Vorschub= 100mm/min, Bahnweg= 10mm, R4= ca.6s
N210 G700 F100	; Vorschub= 2540mm/min bzw. 100Grad/min
N220 DO \$R5=\$AC_TIME	
N230 X10	; Vorschub= 2540mm/min, Bahnweg= 254mm, R5= ca.6s
N240 DO \$R6=\$AC_TIME	
N250 X10 A10	; Vorschub= 2540mm/min, Bahnweg= 254,2mm, R6= ca.6s
N260 DO \$R7=\$AC_TIME	
N270 A10	; Vorschub= 100Grad/min, Bahnweg= 10Grad, R7= ca.6s
N280 DO \$R8=\$AC_TIME	
N290 X0.001 A10	; Vorschub= 2540mm/min, Bahnweg= 10mm, R8= ca.0.288s
N300 FGREF[A]=360/(2*\$PI)	; 1 Grad = 1 inch über den effektiven Radius einstellen.
N310 DO \$R9=\$AC_TIME	
N320 X0.001 A10	; Vorschub= 2540mm/min, Bahnweg= 254mm, R9= ca.6s
N330 M30	

Beispiel: Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL verfahren

Die Bahngeschwindigkeit der Bahnachsen wird reduziert, falls die Synchronachse die Grenzgeschwindigkeit erreicht.

Beispiel:

Z ist Synchronachse

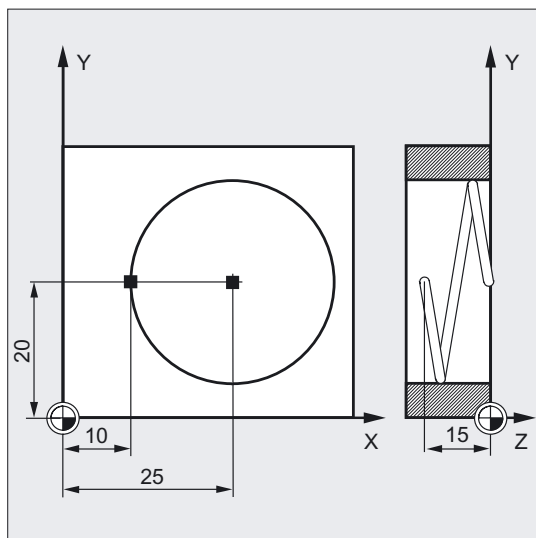
Programmcode

```
N10 G0 X0 Y0  
N20 FGROUP(X)  
N30 G1 X1000 Y1000 G94 F1000 FL[Y]=500  
N40 Z-50
```

Pro Achse kann ein FL-Wert programmiert werden. Als Achsbezeichner sind die des Basiskoordinatensystems zu verwenden (Kanalachsen, Geometrieachsen).

Beispiel: Schraubenlinieninterpolation

Die Bahnachsen X und Y fahren mit programmiertem Vorschub, die Zustellachse Z ist Synchronachse.



Programmcode	Kommentar
N10 G17 G94 G1 Z0 F500	; Zustellen des Werkzeugs.
N20 X10 Y20	; Anfahren der Startposition.
N25 FGROUP(X, Y)	; Achsen X/Y sind Bahnachsen, Z ist Synchronachse.
N30 G2 X10 Y20 Z-15 I15 J0 F1000 FL[Z]=200	; Auf der Kreisbahn gilt Vorschub 1000 mm/min., in Z-Richtung wird synchron verfahren.
...	
N100 FL[Z]=\$MA_AX_VELO_LIMIT[0,Z]	; Durch Lesen der Geschwindigkeit aus dem MD wird die Grenzgeschwindigkeit abgewählt, der Wert aus dem MD gelesen.
N110 M30	; Programmende.

Vorschub G93, G94, G95

Alle Befehle sind modal wirksam. Wird der Vorschub G-Befehl zwischen G93, G94 oder G95 umgeschaltet, so ist der Bahnvorschubwert erneut zu programmieren. Für die Bearbeitung mit Rundachsen kann der Vorschub auch in Grad/Umdrehung angegeben werden.

Vorschub F für Bahnachsen

Die Vorschubgeschwindigkeit wird unter der Adresse F angegeben. Je nach Voreinstellung in den Maschinendaten gelten die mit den G-Befehlen festgelegten Maßeinheiten in mm oder inch.

Pro NC-Satz darf ein F-Wert programmiert werden. Die Einheit der Vorschubgeschwindigkeit legen Sie über einen der genannten G-Befehle fest. Der Vorschub F wirkt nur auf Bahnachsen und gilt solange, bis ein neuer Vorschubwert programmiert wird. Nach der Adresse F sind Trennzeichen zulässig.

Beispiel: F100 oder F 100 oder F.5 oder F=2*FEED

Vorschub für Synchronachsen

Der unter Adresse F programmierte Vorschub F gilt für alle im Satz programmierten Bahnachsen, jedoch nicht für Synchronachsen. Die Synchronachsen werden so gesteuert, dass sie für ihren Weg die gleiche Zeit benötigen wie die Bahnachsen und alle Achsen ihren Endpunkt zur gleichen Zeit erreichen.

Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL verfahren

Mit diesem Befehl werden Synchron-/Bahnachsen mit ihrer Grenzgeschwindigkeit FL verfahren.

Synchronachsen mit Bahngeschwindigkeit F verfahren, FGROUP

Mit FGROUP legen Sie fest, ob eine Bahnachse mit Bahnvorschub oder als Synchronachse verfahren werden soll. Bei der Schraubenlinieninterpolation können Sie z. B. festlegen, dass nur zwei Geometrieachsen X und Y mit programmiertem Vorschub verfahren werden sollen. Die Zustellachse Z wäre dann Synchronachse.

Beispiel: N10 FGROUP (X, Y)

FGROUP ändern

1. Durch erneute Programmierung einer anderen FGROUP-Anweisung
Beispiel: FGROUP(X, Y, Z)
2. Ohne Achsangabe mit FGROUP()

Danach gilt der im Maschinendatum eingestellte Grundzustand Geometrieachsen fahren jetzt wieder im Bahnachsverbund.

Hinweis

Bei FGROUP müssen Sie Kanalachsamen programmieren.

VORSICHT
Die FGREF-Bewertung wirkt auch, wenn nur Rundachsen im Satz programmiert sind. Die gewohnte F-Wert Interpretation als Grad/min gilt in diesem Fall nur, wenn der Radiusbezug entsprechend der FGREF-Voreinstellung ist, bei
G71/G710: FGREF[A]=57.296
G70/G700: FGREF[A]=57.296/25.4

Maßeinheiten und Berechnung

Maschinenhersteller

Beachten Sie die Angaben des Maschinenherstellers.

Maßeinheiten für den Vorschub F

Mit den folgenden G-Befehlen können Sie Maßeinheiten für die Vorschubeingabe festlegen. Vorschubangaben werden durch G70/G71 nicht beeinflusst.

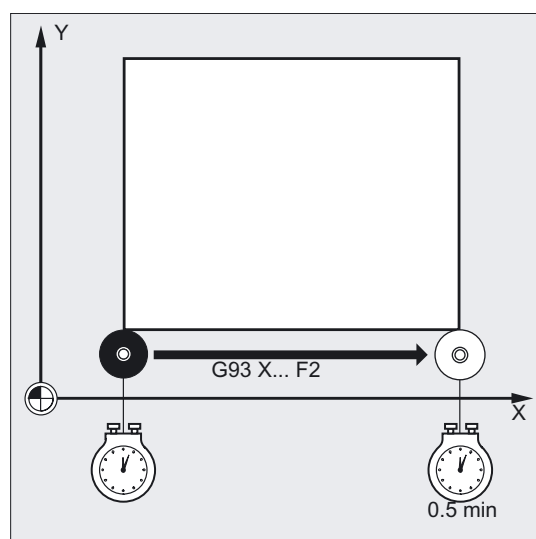
Hinweis

Mit G700/G710 werden zusätzlich zu den geometrischen Angaben auch die Vorschübe F während einer Teileprogrammabarbeitung in dem über die G-Funktion eingestellten Maßsystem interpretiert (G700: [inch/min]; G710: [mm/min]).

Vorschub G93

Einheit 1/min. Der zeitreziproke Vorschub gibt die Zeitdauer für das Abfahren eines Satzes an.

Beispiel: N10 G93 G01 X100 F2 bedeutet: der programmierte Bahnweg wird in 0,5 min abgefahren.



Hinweis

Falls die Bahnlängen von Satz zu Satz sehr unterschiedlich sind, sollte bei G93 in jedem Satz ein neuer F-Wert bestimmt werden. Für die Bearbeitung mit Rundachsen kann der Vorschub auch in Grad/min angegeben werden.

Maßeinheit für Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL

Die für F per G-Befehl (G70/G71) eingestellte Maßeinheit gilt auch für FL. Falls kein FL programmiert wird, gilt die Eilganggeschwindigkeit. Abgewählt wird FL durch Zuweisung zum MD \$MA_AX_VELO_LIMIT.

Maßeinheit für Rund- und Linearachsen

Für Linear- und Rundachsen, die mit FGROUP miteinander verbunden sind und gemeinsam eine Bahn fahren, gilt der Vorschub in der Maßeinheit der Linearachsen. Je nach Voreinstellung mit G94/G95 in mm/min oder inch/min bzw. mm/Umdrehung oder inch/Umdrehung.

Die Tangentialgeschwindigkeit der Rundachse in mm/min oder inch/min errechnet sich nach der Formel:

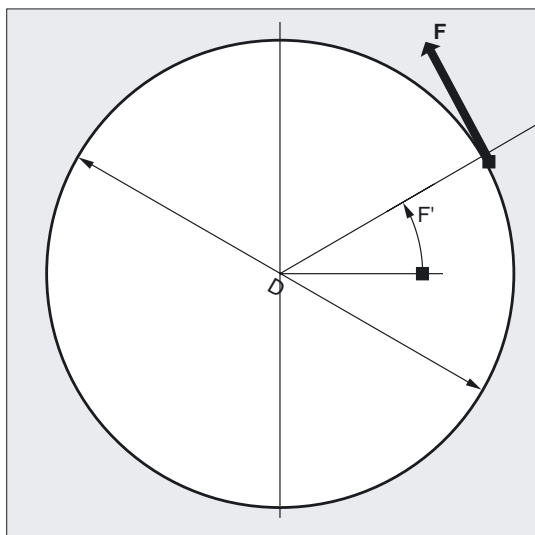
$$F[mm/min] = F'[Grad/min] * \pi * D[mm] / 360[Grad]$$

F: Tangentialgeschwindigkeit

F': Winkelgeschwindigkeit

π : Kreiskonstante

D: Durchmesser



Rundachsen mit Bahngeschwindigkeit F verfahren, FGREF

Für Bearbeitungsvorgänge, bei denen das Werkzeug oder das Werkstück oder beide von einer Rundachse bewegt werden, soll der wirksame Bearbeitungsvorschub in gewohnter Weise als Bahnvorschub über den F-Wert programmiert werden können. Dazu muss für jede der beteiligten Rundachsen ein effektiver Radius (Bezugsradius) **FGREF** angegeben werden.

Die Einheit des Bezugsradius ist abhängig von der G70/G71/G700/G710 Einstellung.

Um zur Berechnung des Bahnvorschubs beizutragen, müssen alle mitwirkenden Achsen wie bisher in den FGROUP-Befehl aufgenommen werden.

Um kompatibel zum Verhalten ohne FGREF-Programmierung zu bleiben, wird nach dem System-Hochlauf und bei RESET die Bewertung 1 Grad= 1mm wirksam. Dies entspricht einem Bezugsradius von $FGREF=360\text{ mm}/(2\pi)=57.296\text{ mm}$.

Hinweis

Diese Voreinstellung ist unabhängig vom aktiven Grundsystem MD 10240: SCALING_SYSTEM_IS_METRIC und vom aktuell wirksamen inch/metrisch G-Code.

Besonderheiten: Bei folgender Programmierung

```
N100 FGROUP (X, Y, Z, A)
```

```
N110 G1 G91 A10 F100
```

```
N120 G1 G91 A10 X0.0001 F100
```

wird der programmierte F-Wert in N110 als Rundachsvorschub in Grad/min bewertet, während die Vorschubbewertung in N120 abhängig von der aktuell wirksamen inch/metrisch Einstellung entweder 100 inch/min oder 100 mm/min ist.

Bahnbezugsfaktoren für Orientierungsachsen mit FGREF

Bei Orientierungsachsen ist die Wirkungsweise der FGREF[] Faktoren davon abhängig, ob die Änderung der Orientierung des Werkzeugs entweder durch Rundachs- oder Vektorinterpolation erfolgt.

Bei **Rundachsinterpolation** werden die jeweiligen FGREF-Faktoren der Orientierungsachsen wie bei Rundachsen einzeln als Bezugsradius für die Wege der Achsen eingerechnet.

Bei **Vektorinterpolation** wird ein effektiver FGREF Faktor wirksam, der als geometrischer Mittelwert aus den einzelnen FGREF-Faktoren bestimmt wird:

$$FGREF[eff] = n\text{-te Wurzel aus:}[(FGREF[A] * FGREF[B]...)]$$

Hierbei sind:

A: Achsbezeichner der 1. Orientierungsachse

B: Achsbezeichner der 2. Orientierungsachse

C: Achsbezeichner der 3. Orientierungsachse n: Anzahl der Orientierungsachsen

Beispiel: Für eine Standard 5-Achs-Transformation gibt es zwei Orientierungsachsen und somit der effektive Faktor als Wurzel aus den Produkt der beiden axialen Faktoren:

$$FGREF[eff] = \text{Quadratwurzel aus:}[(FGREF[A] * FGREF[B])]$$

Hinweis

Mit dem effektiven Faktor für Orientierungsachsen FGREF kann somit ein Bezugspunkt auf dem Werkzeug festgelegt werden, auf den sich der programmierte Bahnvorschub bezieht.

7.2 Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)

Funktion

Positionierachsen werden unabhängig von Bahnachsen mit eigenem achsspezifischem Vorschub verfahren. Es gelten keine Interpolationsbefehle. Mit den Befehlen POS/POSA/POSP werden die Positionierachsen verfahren und gleichzeitig die Bewegungsabläufe koordiniert. Typische Beispiele für Positionierachsen sind: Palettenezuführereinrichtung, Messstationen o.ä.

Mit WAITP können Sie im NC-Programm die Stelle kennzeichnen, an der so lange gewartet werden soll, bis eine in einem früheren NC-Satz unter POSA programmierte Achse ihren Endpunkt erreicht hat.

Mit WAITMC wird bei Eintreffen der Wait-Marke augenblicklich der nächste NC-Satz eingewechselt.

Syntax

POS [Achse]=...
 POSA [Achse]=...
 POSP [Achse]=(..., ..., ...)
 FA [Achse]=...
 WAITP (Achse)=... (Programmierung muss im eigenen NC-Satz geschrieben sein)
 WAITMC (Marke)=...

Bedeutung

POS [Achse]=	Achse positionieren, der NC-Satz wird erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist
POSA [Achse]=	Achse positionieren, der NC-Satz wird weitergeschaltet, auch wenn die Position nicht erreicht ist
POSP [Achse]=(, ,)	Anfahren der Endposition in Teilstücken. Der erste Wert gibt die Endposition an, der zweite die Länge des Teilstücks. Im dritten Wert wird mit 0 oder 1 das Anfahren der Zielposition festgelegt
FA [Achse]=	Vorschub für die Positionierachse, max. 5 Angaben pro NC-Satz
WAITP (Achse)	Warten auf das Verfahrnde der Achse. Mit WAITP kann eine Achse als Pendelachse oder für das Verfahren als konkurrierende Positionsachse (durch PLC) freigegeben werden.
WAITMC (Marke)	Während der Bremsrampe wird mit WAITMC bei Eintreffen der WAIT-Marke sofort der nächste NC-Satz eingewechselt.
Achse	Kanalachsen oder Geometrieachsen
Marke,	Eine Achse wird nur abgebremst, wenn die Marke noch nicht erreicht ist oder ein anderes Satzendekriterium den Satzwechsel verhindert.

Beispiel Fahren mit POSA[...]=

Beim Zugriff auf Zustandsdaten der Maschine (\$A...) erzeugt die Steuerung internen Vorlaufstopp, die Bearbeitung wird angehalten, bis alle vorher aufbereiteten und gespeicherten Sätze vollständig abgearbeitet sind.

Programmcode	Kommentar
N40 POSA[X]=100	
N50 IF \$AA_IM[X]==R100 GOTOF MARKE1	; Zugriff auf Zustandsdaten der Maschine
N60 GO Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARKE1:	
N...	

Beispiel Warten auf Verfahrende mit WAITP(...)

Palettenzuführeinrichtung

Achse U: Palettenspeicher, Transport der Werkstückpalette in den Arbeitsraum

Achse V: Transfersystem zu einer Messstation, in der prozessbegleitende Stichprobenkontrollen durchgeführt werden:

Programmcode	Kommentar
N10 FA[U]=100 FA[V]=100	; Achsspezifische Vorschubangaben für die ;einzelnen Positionierachsen U und V
N20 POSA[V]=90 POSA[U]=100 GO X50 Y70	; Positionier- und Bahnachsen verfahren
N50 WAITP(U)	; Der Programmablauf wird erst fortgesetzt, wenn die Achse U den in N20 programmierten Endpunkt erreicht hat.
N60 ...	

Fahren mit POSA[...]=

Die in eckigen Klammern angegebene Achse wird auf die Endposition verfahren. Die Satzweitschaltung bzw. der Programmablauf wird durch POSA nicht beeinflusst. Die Bewegung zum Endpunkt kann parallel zum Abarbeiten von nachfolgenden NC-Sätzen durchgeführt werden.

**VORSICHT****Interner Vorlaufstopp**

Wird in einem nachfolgenden Satz ein Befehl gelesen, der implizit Vorlaufstopp erzeugt, wird der nachfolgende Satz erst dann ausgeführt, wenn alle vorher aufbereiteten und gespeicherten Sätze vollständig abgearbeitet sind. Der vorherige Satz wird im Genauhalt (wie G9) angehalten.

Fahren mit POS[...]=

Die Satzweitschaltung wird erst ausgeführt, wenn alle unter POS programmierten Achsen ihre Endpositionen erreicht haben.

Fahren mit POSP[...]=

POSP wird speziell für die Programmierung von Pendelbewegungen eingesetzt, siehe /PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Pendeln Kapitel "Asynchrones Pendeln"

Warten auf Verfahrende mit WAITP(...)

Nach einem WAITP gilt die Achse so lange als nicht mehr vom NC-Programm belegt, bis sie neu programmiert wird. Diese Achse kann dann durch die PLC als Positionierachse oder vom NC-Programm/PLC oder HMI als Pendelachse betrieben werden.

Satzwechsel in der Bremsrampe mit IPOBRKA und WAITMC(...)

Eine Achse wird nur abgebremst, wenn die Marke noch nicht erreicht ist, oder ein anderes Satzendkriterium den Satzwechsel verhindert. Nach einem WAITMC Starten die Achse sofort durch, falls nicht ein anderes Satzendkriterium den Satzwechsel verhindert.

7.3 Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF)

Funktion

In einigen Fällen kann es sinnvoll sein, die Spindel lagegeregelt zu betreiben, z. B. kann beim Gewindeschneiden mit G33 und großer Steigung eine bessere Güte erreicht werden.

Hinweis

Der Befehl benötigt max. 3 Interpolationstakte.

Syntax

SPCON oder SPCON(n) Lageregelung einschalten

SPCOF oder SPCOF(n) Lageregelung ausschalten, auf Drehzahlregelung umschalten

SPCON(n, m, 0) Lageregelung auch für mehrere Spindeln in einen Satz einschalten

SPCOF(n, m, 0) Lageregelung auch für mehrere Spindeln in einen Satz ausschalten

Bedeutung

SPCON SPCON(n)	Masterspindel oder Spindel mit Nummer n von Drehzahlregelung in Lageregelung umschalten
SPCOF SPCOF(n)	Masterspindel oder Spindel mit Nummer n von Lageregelung in Drehzahlregelung zurückschalten
SPCON SPCON (n, m, 0)	Es können mehrere Spindeln mit Nummer n, von Drehzahlregelung in Lageregelung, in einem Satz umgeschaltet werden
SPCOF SPCOF(n, m, 0)	Es können mehrere Spindeln mit Nummer n, von Lageregelung in Drehzahlregelung, in einem Satz zurückgeschaltet werden
n	Ganze Zahlen von 1 ... n der Spindelnummer
m	Ganze Zahlen von 1 ... m der Masterspindel

Hinweis

SPCON wirkt modal und bleibt bis SPCOF erhalten.

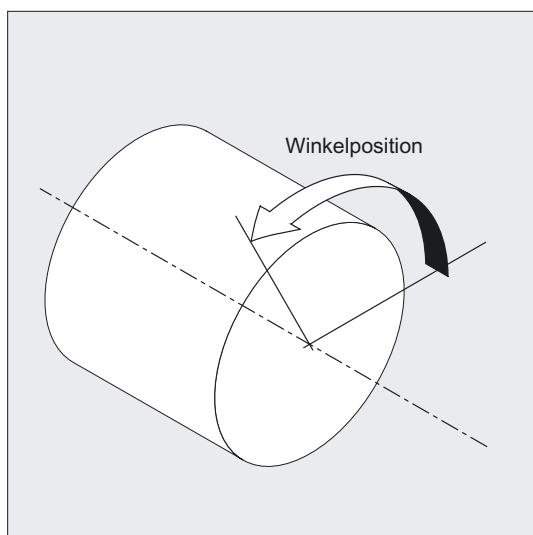
Die Drehzahl wird mit S... angegeben. Für die Drehrichtungen und Spindel Halt gelten M3, M4 und M5.

Bei Synchronspindel-Sollwertkopplung muss die Leitspindel lagegeregelt sein.

7.4 Spindeln positionieren (SPOS, M19 und SPOSA, WAITS)

Funktion

Mit SPOS, M19 und SPOSA können Sie Spindeln auf bestimmte Winkelstellungen positionieren, z. B. beim Werkzeugwechsel. Um Spindelbewegungen zu synchronisieren, kann mit WAITS bis zum Erreichen der Spindelposition gewartet werden.



Die Spindel kann auch unter ihrer im Maschinendatum bestimmten Adresse als Bahn-, Synchron- oder Positionierachse verfahren werden. Mit Angabe des Achsbezeichners befindet sich die Spindel im Achsbetrieb. Mit M70 wird die Spindel direkt in den Achsbetrieb geschaltet.

Ausschalten

SPOS, M19 und SPOSA bewirken eine temporäre Umschaltung in den Lageregelbetrieb bis zum nächsten M3 oder M4 oder M5 oder M41 bis M45. Wurde vor SPOS die Lageregelung mit SPCON eingeschaltet, bleibt diese bis SPCOF erhalten.

Syntax

SPOS=... oder SPOS[n]=...
M19 oder M[n]=19
SPOSA=... oder SPOSA[n]=...
M70 oder Mn=7
FINEA=... oder FINEA[n]=...
COARSEA=... oder COARSEA[n]=...
IPOENDA=... oder IPOENDA[n]=...
IPOBRKA=... oder IPOBRKA(Achse[,REAL]) (Programmierung im eigenen NC-Satz)
WAITS oder WAITS(n,m) (Programmierung im eigenen NC-Satz)

Bedeutung

SPOS= SPOS[n]=	Masterspindel (SPOS oder SPOS[0]) oder Spindel mit Nummer n (SPOS[n]) positionieren, der NC-Satz wird erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist.
M19 M[n]=19	Masterspindel (M19 oder M[0]=19) oder Spindel mit Nummer n (M[n]=19) positionieren, der NC-Satz wird erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist.
SPOSA= SPOSA[n]=	Masterspindel (SPOSA oder SPOSA[0]) oder Spindel mit Nummer n (SPOSA[n]) positionieren, der NC-Satz wird weitergeschaltet, auch wenn die Position nicht erreicht ist
M70 Mn=70	Masterspindel (M70) oder Spindel mit Nummer n (Mn=70) in den Achsbetrieb umschalten. Es wird keine definierte Position angefahren. Der NC-Satz wird weitergeschaltet, wenn die Umschaltung ausgeführt wurde.

FINEA=	Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Fein"
FINEA [Sn] =	Positionierende der angegebenen Spindel Sn
COARSEA=	Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Grob"
COARSEA [Sn] =	Positionierende der angegebenen Spindel Sn
IPOENDA=	Bewegungsende beim Erreichen von "IPO-Stopp"
IPOENDA [Sn] =	Positionierende der angegebenen Spindel Sn
IPOBRKA=	Bewegungsendekriterium ab Einsatzzeitpunkt der Bremsrampe
IPOBRKA	bei 100% bis zum Ende der Bremsrampe bei 0% und ist
(Achse[, Real]) =	identisch mit IPOENDA.
	IPOBKRA muss in runden Klammern "()" programmiert werden.
WAITS	Warten auf das Erreichen von der Spindelposition,
WAITS (n, m)	Spindelstillstand nach M5, Spindeldrehzahl nach M3/M4
	WAITS gilt für die Masterspindel, WAITS(..., ...) für die
	angegebenen Spindelnummern
n	Ganze Zahlen von 1 ... n der Spindelnummer
m	Ganze Zahlen von 1 ... m der Masterspindel
Sn	n. Spindelnummer, 0... max. Spindelnummer
Achse	Kanalbezeichner
Real	Prozentuelle Angabe 100-0% bezogen auf die Bremsrampe für
	Satzwechsel. Wenn keine Angabe, so wird der aktuelle Wert des
	Settingdatums wirksam.

Spindelpositionen angeben

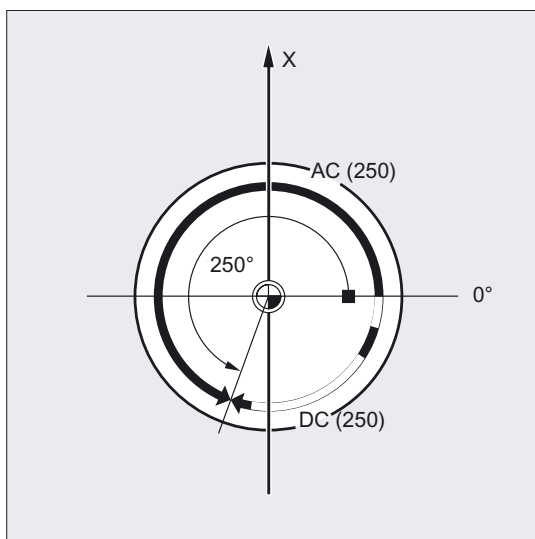
Die Spindelposition wird in Grad angegeben. Pro NC-Satz sind 3 Spindelpositionsangaben möglich. Ohne Angaben wird automatisch wie bei der DC-Angabe verfahren. Bei Inkrementeller Maßangabe IC (Kettenmaß) ist die Spindelpositionierung über mehrere Umdrehungen möglich.

AC(...)	Absolute Maßangabe, Wertebereich AC: 0...359,9999 Grad
IC(...)	Inkrementelle Maßangabe, Wertebereich IC: 0...±99 999,999 Grad
DC(...)	Anfahren auf direktem Weg auf Absolutwert
ACN(...)	Absolute Maßangabe, Anfahren in negativer Richtung
ACP(...)	Absolute Maßangabe, Anfahren in positiver Richtung

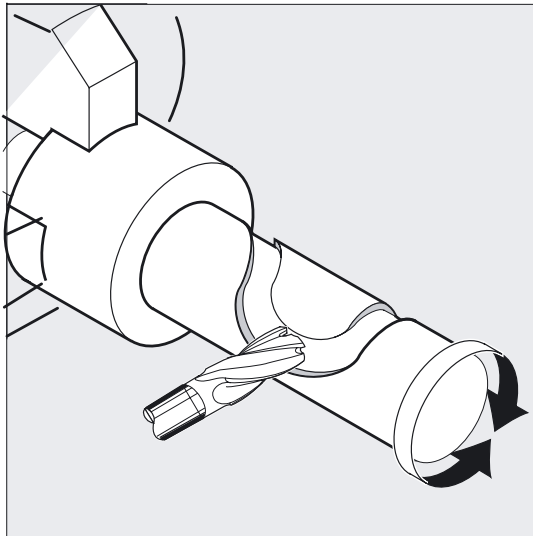
Beispiel Spindel mit negativer Drehrichtung positionieren

Spindel 2 soll auf 250° mit negativer Drehrichtung positioniert werden.

Programmierung	Kommentar
N10 SPOSA[2]=ACN(250)	; Spindel wird gegebenenfalls gebremst und in entgegengesetzter Richtung zum Positionieren beschleunigt



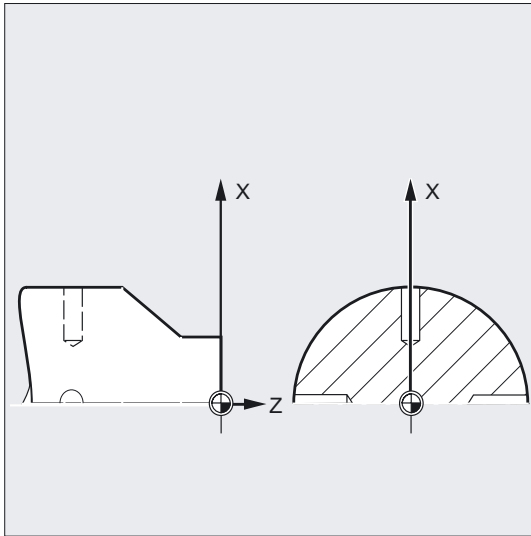
Beispiel Spindelpositionierung im Achsbetrieb



Programmierung	Kommentar
...	
N10 M3 S500	;
...	
N90 SPOS[2]=0 oder M2=70	; Lageregelung ein, Spindel 2 positioniert auf 0, im nächsten Satz kann im Achsbetrieb verfahren werden ; Spindel 2 geht in Achsbetrieb
N100 X50 C180	; Spindel 2 (C-Achse) wird in der Linearinterpolation synchron mit X verfahren.
N110 Z20 SPOS[2]=90	; Spindel 2 wird auf 90 Grad positioniert.

Beispiel Drehteil mit Querbohrungen setzen

Bei diesem Drehteil sollen Querbohrungen gesetzt werden. Die laufende Antriebsspindel (Masterspindel) wird bei Null Grad angehalten und dann jeweils um 90° weitergedreht, angehalten usw.



Programmierung	Kommentar
....	;
N110 S2=1000 M2=3	; Querbohrenrichtung einschalten
N120 SPOSA=DC(0)	; Hauptspindel direkt auf 0° positionieren, die Satzweitschaltung erfolgt sofort
N125 G0 X34 Z-35	; Einschalten des Bohrers, während die Spindel positioniert
N130 WAITS	; Warten, bis die Hauptspindel ihre Position erreicht
N135 G1 G94 X10 F250	; Vorschub in mm/min (G96 ist nur für die Mehrkantdreh-Einrichtung und die Synchronspindel möglich, nicht für angetriebene Werkzeuge auf dem Querschlitzen)
N140 G0 X34	;
N145 SPOS=IC(90)	; Die Positionierung erfolgt mit Lesehalt und zwar in positiver Richtung um 90°
N150 G1 X10	;
N155 G0 X34	;
N160 SPOS=AC(180)	; Die Positionierung erfolgt bezogen auf den Nullpunkt der Spindel auf die Position 180°
N165 G1 X10	;
N170 G0 X34	;
N175 SPOS=IC(90)	; von der absoluten Position 180° fährt die Spindel in positiver Richtung um 90°, sie steht danach auf der absoluten Position 270°.
N180 G1 X10	;
N185 G0 X50	;
...	;

Voraussetzung

Die Spindel muss im lagegeregelten Betrieb arbeiten können.

Positionieren mit SPOSA=, SPOSA[n]=

Die Satzweitschaltung bzw. der Programmablauf wird durch SPOSA nicht beeinflusst. Die Spindelpositionierung kann parallel zum Abarbeiten von nachfolgenden NC-Sätzen durchgeführt werden. Der Satzwechsel erfolgt, wenn alle im Satz programmierten Funktionen (außer der Spindel) ihr Satzendekriterium erreicht haben. Die Spindelpositionierung kann sich dabei über mehrere Sätze erstrecken (siehe WAITS).

ACHTUNG

Wird in einem nachfolgenden Satz ein Befehl gelesen, der implizit Vorlaufstopp erzeugt, so wird die Bearbeitung in diesem Satz so lange angehalten, bis alle positionierenden Spindeln stehen.

Positionieren mit SPOS=, SPOS[n]= und Positionieren mit M19=, M19[n]=

Die Satzweitschaltung wird erst ausgeführt, wenn alle im Satz programmierten Funktionen ihr Satzendekriterium erreicht haben (z. B. alle Hilfsfunktionen von der PLC quittiert, alle Achsen Endpunkt erreicht) und die Spindel die programmierte Position erreicht hat.

Geschwindigkeit der Bewegungen

Die Geschwindigkeit bzw. das Verzögerungsverhalten für die Positionierung ist im Maschinendatum hinterlegt und kann programmiert werden.

Spindelpositionen angeben

Da die Befehle G90/G91 hier nicht wirken, gelten explizit die entsprechenden Maßangaben wie z. B. AC, IC, ACN, ACP. Ohne Angaben wird automatisch wie bei der DC-Angabe verfahren.

Positionierende

Programmierbar über die folgenden Befehle: FINEA [Sn], COARSEA [Sn], IPOENDA [Sn].

Satzwechselzeitpunkt einstellbar

Für Einzelachsinterpolation kann zum bisherigen Bewegungsendekriterium mit FINEA, COARSEA, IPOENDA zusätzlich ein neues Bewegungsende bereits innerhalb der Bremsrampe (100-0%) mit **IPOBRKA** eingestellt werden.

Sind die Bewegungsendekriterien für alle im Satz zu bearbeitenden Spindeln bzw. Achsen und außerdem das Satzwechselkriterium für die Bahninterpolation erfüllt, so erfolgt der Satzwechsel. Beispiel:

```
N10 POS[X]=100
N20 IPOBRKA(X,100)
N30 POS[X]=200
N40 POS[X]=250
N50 POS[X]=0
N60 X10 F100
N70 M30
```

Satzwechsel erfolgt, wenn die X-Achse die Position 100 und Genauhalt fein erreicht hat. Das **Satzwechselkriterium IPOBRKA** Bremsrampe aktivieren. Satzwechsel beginnt, sobald die X-Achse zu bremsen beginnt. Die X-Achse bremsst nicht auf Position 200, sondern fährt weiter auf Position 250, sobald die X-Achse zu bremsen beginnt erfolgt der Satzwechsel. Die X-Achse bremsst und fährt auf Position 0 zurück, der Satzwechsel erfolgt bei Position 0 und Genauhalt fein.

Spindelbewegungen synchronisieren WAITS, WAITS(n,m)

Mit WAITS kann im NC-Programm eine Stelle gekennzeichnet werden, an der solange gewartet wird, bis eine oder mehrere in einem früheren NC-Satz unter SPOSA programmierte Spindeln ihre Position erreicht haben.

Beispiel: Im Satz wird so lange gewartet, bis Spindeln 2 und 3 die in Satz N10 angegebenen Positionen erreicht haben.

```
N10 SPOSA[2]=180 SPOSA[3]=0
N20...N30
N40 WAITS(2,3)
```

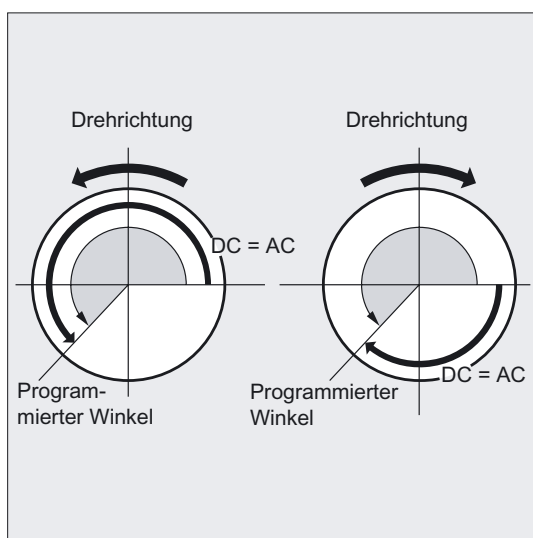
Nach M5 kann mit WAITS darauf gewartet werden, dass die Spindel(n) zum Stillstand gekommen ist/sind. Nach M3/M4 kann mit WAITS darauf gewartet werden, dass die Spindel(n) die vorgegebene Drehzahl/Drehrichtung erreicht hat/haben.

Hinweis

Ist die Spindel noch nicht mit Synchronmarken synchronisiert, dann wird die positive Drehrichtung aus dem Maschinendatum entnommen (Auslieferungszustand).

Spindel aus der Drehung (M3/M4) positionieren

Bei eingeschaltetem M3 oder M4 kommt die Spindel auf dem programmierten Wert zum Stillstand.



Zwischen DC- und AC-Angabe besteht kein Unterschied. In beiden Fällen wird in der durch M3/M4 gewählten Drehrichtung bis zur absoluten Endposition weitergedreht. Bei ACN und ACP wird ggf. gebremst und die entsprechende Anfahrrichtung eingehalten. Bei der IC-Angabe wird, ausgehend von der aktuellen Spindelposition, um den angegebenen Wert weitergedreht.

Bei aktivem M3 oder M4 wird ggf. abgebremst und in die programmierte Drehrichtung beschleunigt.

Spindel aus dem Stillstand (M5) positionieren

Der programmierte Weg wird exakt aus dem Stillstand (M5) den Vorgaben entsprechend abgefahren.

7.5 Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF)

Funktion

Positionierachsen, wie z. B. Werkstücktransportsysteme, Revolver, Lünetten, werden unabhängig von Bahn- und Synchronachsen verfahren. Deshalb wird für jede Positionierachse ein eigener Vorschub definiert. Beispiel: FA[A1]=500.

Mit FPRAON können Sie den Umdrehungsvorschub für Positionierachsen und Spindeln axial einschalten und mit FPRAOF für die entsprechende Achse wieder ausschalten.

Syntax

```
FA[Achse]=...
FA[SPI (Spindel) ]=... oder FA[S...]=...
FPR (Rundachse) oder FPR(SPI (Spindel)) oder FPR(S...)
FPRAON (Achse,Rundachse)
FPRAON (Achse,SPI (Spindel) ) oder FPRAON (Achse,S...)
FPRAON (SPI (Spindel) ,Rundachse) oder FPRAON (S...,Rundachse)
FPRAON (SPI (Spindel) ,SPI (Spindel) ) oder FPRAON (S...,S...)
FPRAOF (Achse,SPI (Spindel) ,...) oder FPRAOF (Achse,S...,...)
```

Bedeutung

FA[Achse]	Vorschub für die angegebenen Positionierachsen in mm/min bzw. inch/min oder in Grad/min
FA[SPI (Spindel)] FA[S...]	Positioniergeschwindigkeit (axialer Vorschub) für die angegebenen Spindeln in Grad/min.
FPR	Kennzeichnung der Rundachse oder Spindel, von der der unter G95 programmierte Umdrehungsvorschub für den Umdrehungsvorschub der Bahn- und Synchronachsen abgeleitet werden soll.

FPRAON	Umdrehungsvorschub für Positionierachsen und Spindeln axial einschalten. Die erste Angabe kennzeichnet die Positionierachse/Spindel, die mit Umdrehungsvorschub verfahren soll. Die zweite Angabe kennzeichnet die Rundachse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet werden soll.
FPRAOF	Umdrehungsvorschub ausschalten. Angabe der Achse oder Spindel, die nicht mehr mit Umdrehungsvorschub verfahren soll.
SPI	Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner; der Übergabeparameter muss eine gültige Spindelnummer enthalten. SPI dient der indirekten Vergabe einer Spindelnummer.
Achse	Positionierachsen oder Geometrieachsen
Wertebereich	...999 999,999 mm/min, Grad/min ...39 999,9999 inch/min

Hinweis

Der programmierte Vorschub FA[...] ist modal wirksam.

Pro NC-Satz können max. 5 Vorschübe für Positionierachsen/Spindeln programmiert werden.

Beispiel Synchronspindelkopplung

Bei Synchronspindelkopplung kann die Positioniergeschwindigkeit der Folgespindel unabhängig von der Leitspindel, z. B. zum Positionieren, programmiert werden.

Beispiel: FA[S2]=100

Die Spindelbezeichner SPI(...) und S... sind funktionell identisch.

Beispiel Berechnung des abgeleiteten Vorschubs FPR

Der abgeleitete Vorschub errechnet sich nach folgender Formel:
Abgeleiteter Vorschub = programmierter Vorschub * Betrag Leitvorschub

Beispiel: Die Bahnachsen X, Y sollen mit Umdrehungsvorschub verfahren werden, der sich von der Rundachse A ableitet:

Programmcode	Kommentar
N40 FPR(A)	
N50 G95 X50 Y50 F500	

Vorschub FA[...]

Es gilt immer die Vorschubart G94. Ist G70/G71 aktiv, so richtet sich die Maßeinheit metrisch/inch nach der Voreinstellung im Maschinendatum. Mit G700/G710 kann die Maßeinheit im Programm verändert werden.

ACHTUNG
Wird kein FA programmiert, gilt der im Maschinendatum eingestellte Wert.

Vorschub FPR[...]

Mit FPR kann als Erweiterung des G95-Befehls (Umdrehungsvorschub bezogen auf Masterspindel) der Umdrehungsvorschub auch von einer beliebigen Spindel oder Rundachse abgeleitet werden. G95 FPR(...) gilt für Bahn- und Synchronachsen.

Falls die mit FPR gekennzeichnete Rundachse/Spindel mit Lageregelung arbeitet, gilt Sollwertkopplung, ansonsten Istwertkopplung.

Vorschub FPRAON(...,...), FPRAOF(...,...)

Mit FPRAON lässt sich axial für Positionierachsen und Spindeln der Umdrehungsvorschub vom augenblicklichen Vorschub einer anderen Rundachse oder Spindel ableiten.

Die erste Angabe kennzeichnet die Achse/Spindel, die mit Umdrehungsvorschub verfahren soll. Die zweite Angabe kennzeichnet die Rundachse/Spindel, von der der Vorschub abgeleitet werden soll. Die zweite Angabe kann auch entfallen, dann wird der Vorschub von der Masterspindel abgeleitet.

Mit FPRAOF lässt sich der Umdrehungsvorschub für eine oder gleichzeitig mehrere Achsen/Spindeln ausschalten. Die Vorschubberechnung erfolgt wie bei FPR(...).

Beispiele: Der Umdrehungsvorschub für Masterspindel 1 soll von Spindel 2 abgeleitet werden.

Programmcode	Kommentar
N30 FPRAON(S1,S2)	
N40 SPOS=150SPOS	
N50 FPRAOF(S1)	

Der Umdrehungsvorschub für Positionierachse X soll von der Masterspindel abgeleitet werden. Die Positionierachse fährt mit 500 mm/Umdrehung der Masterspindel.

Programmcode	Kommentar
N30 FPRAON(X)	
N40 POS[X]=50 FA[X]=500POS	
N50 FPRAOF(S1)	

7.6 Prozentuale Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA)

Funktion

Mit der programmierbaren Vorschubkorrektur können Sie die Geschwindigkeit von Bahn-, Positionierachsen und Spindeln per Befehl im NC-Programm ändern.

Syntax

```
OVR=<Wert>  
OVRRAP=<Wert>  
OVRA [<Achse>]=<Wert>  
OVRA [SPI (<Spindelnummer>)] =<Wert>  
OVRA [S...]=<Wert>
```

Bedeutung

OVR	Vorschubänderung in Prozent für Bahnvorschub F
OVRRAP	Vorschubänderung in Prozent für Eilgang-Geschwindigkeit
OVRA	Vorschubänderung in Prozent für Positioniervorschub FA bzw. für Spindeldrehzahl S
SPI	Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner; der Übergabeparameter muss eine gültige Spindelnummer enthalten. Die Spindelbezeichner SPI(...) und S... sind funktionell identisch.
<Achse>	Positionierachsen oder Geometrieachsen
<Wert>	Die programmierbare Vorschubänderung bezieht sich auf bzw. überlagert sich mit dem an der Maschinensteuertafel eingestellten Vorschub-Override. Wertebereich: ...200%, ganzzahlig Bei Bahn- und Eilgangkorrektur werden die in Maschinendaten eingestellten maximalen Geschwindigkeiten nicht überschritten.

Beispiele

Beispiel 1:

Eingestellter Vorschub-Override: 80%

Programmcode	Kommentar
N10 ... F1000	
N20 OVR=50	; Der programmierte Bahnvorschub F1000 wird in F400 (1000 * 0,8 * 0,5) verändert.
...	

Beispiel 2:

Programmcode	Kommentar
N10 OVRRAP=5	; Die Eilgang-Geschwindigkeit wird auf 5% reduziert.
...	
N100 OVRRAP=100	; Die Eilgang-Geschwindigkeit wird wieder auf 100% (= Grundeinstellung) gesetzt.

Beispiel 3:

Programmcode	Kommentar
N.. OVR=25 OVRA[A1]=70	; Bahnvorschub 25%, Positioniervorschub für A1 70%

Beispiel 4:

Programmcode	Kommentar
N.. OVRA[SPI(1)]=35	; Drehzahl für Spindel 1 35%

oder

Programmcode	Kommentar
N.. OVRA[S1]=35	; Drehzahl für Spindel 1 35%

7.7 Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA)

Funktion

Mit diesen Funktionen können Sie während des Programmablaufs per Handrad Bahn- und Positionierachsen verfahren (Wegvorgabe) oder die Achsgeschwindigkeiten verändern (Geschwindigkeitsüberlagerung). Die Handradüberlagerung wird häufig beim Schleifen eingesetzt.

ACHTUNG

Für Bahnachsen ist nur Geschwindigkeitsüberlagerung möglich. Bahnvorschub F und Handradüberlagerung FD dürfen nicht in einem NC-Satz programmiert werden.

Syntax

FD=...
FDA[Achse]=0 **oder** FDA[Achse]=...
FDA[Achse]=...

Bedeutung

FD=...	Handradfahren für Bahnachsen mit Vorschubüberlagerung
FDA[Achse] =	Handradfahren für Positionierachsen nach Wegvorgabe
FDA[Achse]=...	Handradfahren für Positionierachsen mit Vorschubüberlagerung
Achse	Positionierachsen oder Geometrieachsen

Die Funktion Handradüberlagerung ist satzweise wirksam. Im nächstfolgenden NC-Satz wird die Funktion ausgeschaltet und das NC-Programm weiter abgearbeitet.

Vorschub-Override

Der Vorschub-Override wirkt nur auf den programmierten Vorschub, nicht auf die per Handrad erzeugten Fahrbewegungen (Ausnahme: Vorschub-Override = 0).

Beispiel:

```
N10 G1 X... Y... F500...
```

```
N50 X... Y... FD=700
```

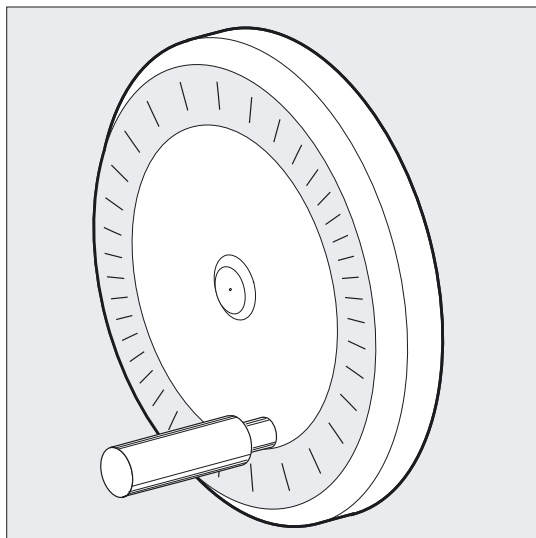
Im Satz N50 wird auf Vorschub 700 mm/min beschleunigt. Abhängig von der Drehrichtung am Handrad kann die Bahngeschwindigkeit erhöht oder reduziert werden.

Hinweis

Fahren in entgegengesetzter Richtung ist nicht möglich.

Handradfahren mit Wegvorgabe bei Positionierachsen, FDA[Achse]=0

Im NC-Satz mit programmiertem FDA[Achse]=0 wird der Vorschub auf Null gesetzt, so dass vom Programm her keine Fahrbewegung erfolgt. Die programmierte Fahrbewegung zur Zielposition wird jetzt ausschließlich vom Bediener durch Drehen des Handrades gesteuert.



Beispiel: N20 POS[V]=90 FDA[V]=0

Im Satz N20 wird die automatische Fahrbewegung gestoppt. Der Bediener kann jetzt die Achse manuell per Handrad verfahren.

Bewegungsrichtung, Fahrgeschwindigkeit

Die Achsen fahren vorzeichenrichtig genau den vom Handrad vorgegebenen Weg. Je nach Drehrichtung können Sie vorwärts und rückwärts fahren - je schneller Sie das Handrad drehen, desto höher die Fahrgeschwindigkeit.

Verfahrbereich

Der Verfahrbereich wird durch die Startposition und den mit Positionierbefehl programmierten Endpunkt begrenzt.

Handradfahren mit Geschwindigkeitsüberlagerung, FDA[Achse]=...

Im NC-Satz mit programmiertem FDA[...]=... wird der Vorschub vom zuletzt programmierten FA-Wert auf den unter FDA programmierten Wert beschleunigt bzw. verzögert. Ausgehend vom aktuellen Vorschub FDA können Sie die programmierte Bewegung zur Zielposition durch Drehen des Handrades beschleunigen oder bis Null verzögern. Als Maximalgeschwindigkeit gelten die im Maschinendatum festgelegten Werte.

Beispiel:

```
N10 POS[U]=10 FDA[U]=100  
POSA[V]=20 FDA[V]=150
```

Hinweis

Bei der Geschwindigkeitsüberlagerung von Bahnachsen steuern Sie die Bahngeschwindigkeit immer mit dem Handrad der 1. Geometrieachse.

Verfahrbereich

Der Verfahrbereich wird durch die Startposition und den programmierten Endpunkt begrenzt.

Handradüberlagerung in Automatik

Die Funktion Handradüberlagerung in Automatik für POS/A-Achsen teilt sich in 2 unterschiedliche Wirkungsweisen, die beide Jog-Funktionalität nachbilden.

1. Wegüberlagerung: FDA [ax] = 0
Die Achse bewegt sich nicht. Pro Ipo-Takt einkommende Handradimpulse werden richtungsabhängig weggenau verfahren. Bei Übereinstimmung mit der Zielposition wird die Achse abgebremst.
2. Geschwindigkeitsüberlagerung: FDA [ax] > 0
Die Achse bewegt sich mit der programmierten Achsgeschwindigkeit auf die Zielposition zu. Somit wird auch ohne Handradimpulse das Ziel erreicht. Pro Ipo-Takt werden die einkommenden Impulse in eine additive Veränderung der bestehenden Geschwindigkeit umgewandelt. Impulse in Verfahrrichtung erhöhen die Geschwindigkeit. Es wird auf die maximale Achsgeschwindigkeit MAX_AX_VELO begrenzt. Impulse entgegen der Verfahrrichtung verringern die Geschwindigkeit. Es wird minimal auf die Geschwindigkeit 0 begrenzt.

7.8 Prozentuale Beschleunigungskorrektur (ACC) (Option)

Funktion

In kritischen Programmabschnitten kann es notwendig sein, die Beschleunigung unter die maximal möglichen Werte zu beschränken, um z. B. mechanische Schwingungen zu vermeiden.

Mit der programmierbaren Beschleunigungskorrektur können Sie für jede Bahnachse oder Spindel die Beschleunigung per Befehl im NC-Programm verändern. Die Begrenzung wirkt in allen Interpolationsarten. Als 100% Beschleunigung gelten die in den Maschinendaten festgelegten Werte.

Syntax

ACC [Achse]=...

Ausschalten

ACC [Achse]=100 Programmstart, Reset

ACC [SPI (Spindel)]=... **oder** ACC (S...)

Syntax

ACC	Beschleunigungsänderung in Prozent für die angegebene Bahnachse bzw. Drehzahländerung für die angegebene Spindel. Wertebereich: 1...200%, ganzzahlig
SPI	Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner; der Übergabeparameter muss eine gültige Spindelnummer enthalten. Die Spindelbezeichner SPI(...) und S... sind funktionell identisch.
Achse	Kanalachsname der Bahnachse z. B. mit X

Hinweis

Beachten Sie, dass bei einer größeren Beschleunigung die vom Maschinenhersteller zulässigen Werte überschritten werden können.

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N50 ACC[X]=80	; Bedeutet: Der Achsschlitten in X-Richtung soll nur mit 80% Beschleunigung gefahren werden
N60 ACC[SPI(1)]=50 oder ACC[S1]=50	; Bedeutet: Spindel 1 soll nur mit 50% des Beschleunigungsvermögens beschleunigen bzw. bremsen. Die Spindelbezeichner SPI(...) und S... sind funktionell identisch.

Mit ACC programmierte Beschleunigungskorrektur

Die mit ACC[] programmierte Beschleunigungskorrektur wird immer wie in der Systemvariablen \$AA_ACC bei der Ausgabe berücksichtigt. Das Auslesen im Teileprogramm und in Synchronaktionen findet zu verschiedenen Zeitpunkten in der NC-Verarbeitung statt.

Im Teileprogramm

Der im Teileprogramm geschriebene Wert wird nur dann in der Systemvariablen \$AA_ACC wie im Teileprogramm geschrieben berücksichtigt, wenn ACC zwischenzeitlich nicht von einer Synchronaktion verändert wurde.

In Synchronaktionen

Entsprechend gilt: Der einer Synchronaktion geschriebene Wert wird nur dann in der Systemvariablen \$AA_ACC wie der Synchronaktion geschrieben berücksichtigt, wenn ACC zwischenzeitlich nicht von einem Teileprogramm verändert wurde.

Die vorgegebene Beschleunigung kann auch über Synchronaktionen verändert werden, siehe /FBSY/, Synchronaktionen.

Beispiel: N100 EVERY \$A_IN[1] DO POS[X]=50 FA[X]=2000 ACC[X]=140

Der aktuelle Beschleunigungswert kann mit der Systemvariablen \$AA_ACC[<Achse>]abgefragt werden. Über Maschinendatum kann eingestellt werden, ob bei RESET/Teileprogrammende der zuletzt gesetzte ACC-Wert oder 100 % gelten soll.

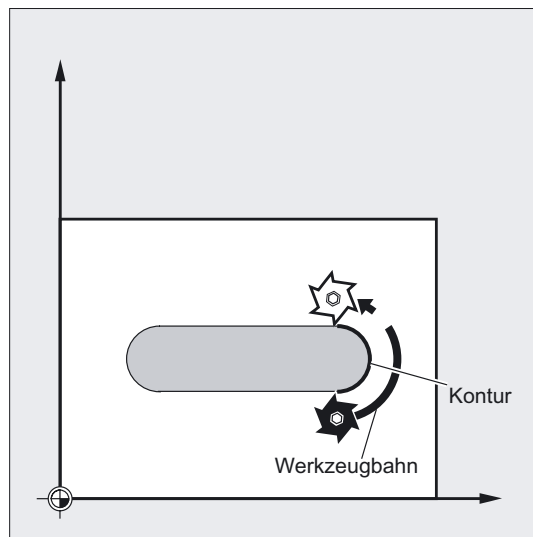
7.9 Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN)

Funktion

Der programmierte Vorschub bezieht sich bei eingeschaltetem Korrekturbetrieb G41/G42 für den Fräser-Radius zunächst auf die Fräsermittelpunktsbahn (vgl. Kapitel "Frames").

Wenn Sie einen Kreis fräsen, gleiches gilt für Polynom- und Spline-Interpolation, verändert sich der Vorschub am Fräserrand unter Umständen so stark, dass das Bearbeitungsergebnis darunter leidet.

Beispiel: Sie fräsen einen kleinen Außenradius mit einem größeren Werkzeug. Der Weg, den die Außenseite des Fräsers zurücklegen muss, ist sehr viel größer als der Weg entlang der Kontur.



Hierdurch arbeiten Sie an der Kontur mit einem sehr kleinen Vorschub. Um solche Effekte zu verhindern, sollten Sie bei gekrümmten Konturen den Vorschub entsprechend regeln.

Syntax

CFTCP Konstanter Vorschub an der Fräsermittelpunktsbahn, Vorschubkorrektur ausschalten

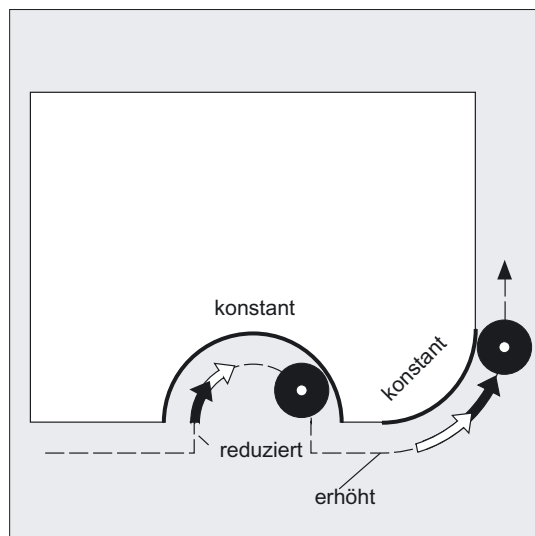
CFC Konstanter Vorschub nur an der Kontur

CFIN Konstanter Vorschub nur an den Innenradien, bei Außenradien findet keine Erhöhung statt

Bedeutung

CFTCP	Konstanter Vorschub an der Fräsermittelpunktsbahn. Die Steuerung hält die Vorschubgeschwindigkeit konstant, Vorschubkorrekturen werden ausgeschaltet.
CFC	Konstanter Vorschub an der Kontur (Werkzeugschneide). Diese Funktion ist standardmäßig voreingestellt.
CFIN	Konstanter Vorschub an der Werkzeugschneide nur an innengekrümmten Konturen, sonst auf der Fräsermittelpunktsbahn. Die Vorschubgeschwindigkeit wird bei Innenradien reduziert.

Konstanter Vorschub an der Kontur mit CFC



Die Vorschubgeschwindigkeit wird bei Innenradien reduziert, bei Außenradien erhöht. Hierdurch bleibt die Geschwindigkeit an der Werkzeugschneide und damit an der Kontur konstant.

7.10 Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA)

Funktion

Mit der Funktion "Mehrere Vorschübe in einem Satz" können abhängig von externen digitalen und/oder analogen Eingängen

- verschiedene Vorschubwerte eines NC-Satzes,
- Verweilzeit sowie
- Rückzug

bewegungssynchron aktiviert werden.

Die HW-Eingangssignale sind in einem Eingangsbyte zusammengefasst.

Syntax

F2= bis F7= Mehrere Bahnbewegungen in 1 Satz
ST=
SR=
FMA [2, x] = bis FMA [7, x] = Mehrere axiale Bewegungen in 1 Satz
STA=
SRA=

Bedeutung

F2=... bis F7=...==	Zusätzlich zum Bahnvorschub können bis zu 6 weitere Vorschübe im Satz programmiert werden; wirkt satzweise
ST=...	Verweilzeit (bei der Technologie Schleifen: Ausfeuerzeit); wirkt satzweise
SR=...	Rückzugsweg; wirkt satzweise. Die Einheit für den Rückzugsweg bezieht sich auf die aktuell gültige Maßeinheit (mm oder inch).
FMA [2, x] =... bis FMA [7, x] =... STA=...	Zusätzlich zum Bahnvorschub können bis zu 6 weitere Vorschübe pro Achse im Satz programmiert werden; wirkt satzweise axiale Verweilzeit (bei der Technologie Schleifen: Ausfeuerzeit); wirkt satzweise
SRA=...	axialer Rückzugsweg; wirkt satzweise

FA , FMA und F-Wert

Der axiale Vorschub (FA- bzw. FMA-Wert) oder Bahnvorschub (F-Wert) entspricht dem 100%-Vorschub. Mit dieser Funktion können Sie Vorschübe, die kleiner oder gleich dem axialen Vorschub oder Bahnvorschub sind, realisieren.

Hinweis

Wenn für eine Achse Vorschübe, Verweilzeit oder Rückzugsweg aufgrund eines externen Eingangs programmiert sind, darf diese Achse in diesem Satz nicht als POSA-Achse (Positionierachse über Satzgrenzen hinweg) programmiert werden.

Look-Ahead ist auch bei mehreren Vorschüben in einem Satz wirksam. Damit kann der aktuelle Vorschub durch Look-Ahead begrenzt werden.

Beispiel Programmierung Bahnbewegung

Unter der Adresse F wird der Bahnvorschub programmiert, der gültig ist, solange kein Eingangssignal ansteht. Die numerische Erweiterung gibt die Bitnummer des Eingangs an, mit dessen Änderung der Vorschub wirksam wird:

Programmcode	Kommentar
F7=1000	; 7 entspricht Eingangsbit 7
F2=20	; 2 entspricht Eingangsbit 2
ST=1	; Verweilzeit (s) Eingangsbit 1
SR=0,5	; Rückzugsweg (mm) Eingangsbit 0

Beispiel Programmierung axiale Bewegung

Unter der Adresse FA wird der axiale Bahnvorschub programmiert, der gültig ist, solange kein Eingangssignal ansteht.

Mit FMA[7,x]= bis FMA[2,x]= können zusätzlich bis zu 6 weitere Vorschübe pro Achse im Satz programmiert werden. Der erste Ausdruck in eckigen Klammern gibt die Bitnummer des Eingangs an, der zweite die Achse, für die der Vorschub gelten soll:

Programmcode	Kommentar
FMA[3, x]=1000	; axialer Vorschub mit dem Wert 1000 für X-Achse, 3 entspricht Eingangsbit 3

Beispiel Axiale Verweilzeit und Rückzugsweg

Verweilzeit und Rückzugsweg werden unter folgenden zusätzlichen Adressen programmiert:

Programmcode	Kommentar
STA[x]=...	; axiale Verweilzeit (s) Eingangsbit 1
SRA[x]=...	; axialer Rückzugsweg (mm) Eingangsbit 0

Wenn der Eingang Bit 1 für Verweilzeit bzw. Rückzugsweg Bit 0 aktiviert wird, wird der Restweg für Bahnachsen oder die betreffenden Einzelachsen gelöscht und die Verweilzeit bzw. der Rückzug gestartet.

Beispiel Mehrere Arbeitsgänge in einem Satz

Programmcode	Kommentar
N20 T1 D1 F500 G0 X100	; Ausgangsstellung
N25 G1 X105 F=20 F7=5 F3=2.5 F2=0.5 ST=1.5 SR= 0.5	; Normalvorschub mit F, Schruppen mit F7, Schlichten mit F3, Feinschlichten mit F2, Verweilzeit 1.5 s, Rückzugsweg 0.5 mm
N30 ...	
...	

7.11 Satzweiser Vorschub (FB)

Funktion

Mit der Funktion "Satzweiser Vorschub" können Sie für einen einzelnen Satz einen separaten Vorschub vorgeben.

Unter der Adresse FB wird der Vorschubwert nur für den aktuellen Satz vorgegeben. Nach diesem Satz ist der zuvor wirksame modale Vorschub wieder aktiv.

Syntax

FB=<Wert> Vorschubbewegung nur in 1 Satz

Bedeutung

- FB= Anstelle des im vorherigen Satz modal wirksamen Vorschubs kann ein separater Vorschub für diesen Satz programmiert werden; im nächsten Satz wirkt wieder der zuvor aktive modale Vorschub.
- <WERT> Der programmierte Wert von FB=<Wert> muss größer Null sein.

Vorschubwert

Unter der Adresse FB wird der Vorschubwert nur für den aktuellen Satz vorgegeben. Nach diesem Satz ist der zuvor wirksame modale Vorschub wieder aktiv.

Der Vorschubwert wird entsprechend des aktiven Vorschubtyps interpretiert:

- G94: Vorschub in mm/min oder Grad/min
- G95: Vorschub in mm/Umdr. oder inch/Umdr.
- G96: konstante Schnittgeschwindigkeit

Literatur: /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Vorschübe (V1)

Hinweis

Ist im Satz keine Verfahrensbewegung programmiert (z. B. Rechensatz), bleibt FB ohne Wirkung.

Ist kein expliziter Vorschub für Fase/Rundung programmiert, gilt der Wert von FB auch für ein in diesem Satz vorhandenes Konturelement Fase/Rundung.

Vorschubinterpolationen FLIN, FCUB, ... sind uneingeschränkt möglich.

Die gleichzeitige Programmierung von FB und FD (Handradfahren mit Vorschubüberlagerung) oder F (modaler Bahnvorschub) ist **nicht** möglich.

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94	; Ausgangsstellung
N20 G1 X10	; Vorschub 100 mm/min
N30 X20 FB=80	; Vorschub 80 mm/min
N40 X30	; Vorschub ist wieder 100 mm/min
N50 ...	;
...	

Geometrie-Einstellungen

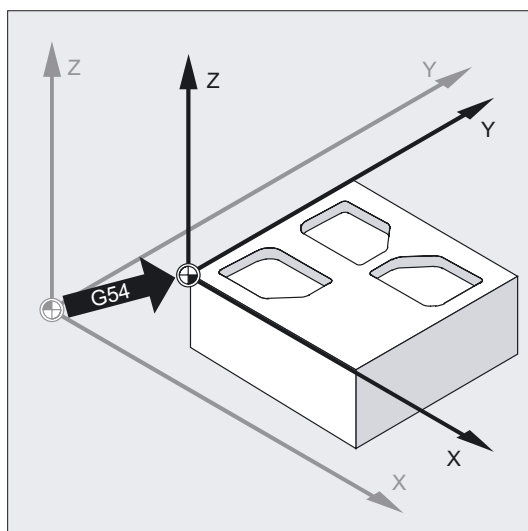
8.1 Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 bis G57, G505 bis G599, G53, G500, SUPA, G153)

Funktion

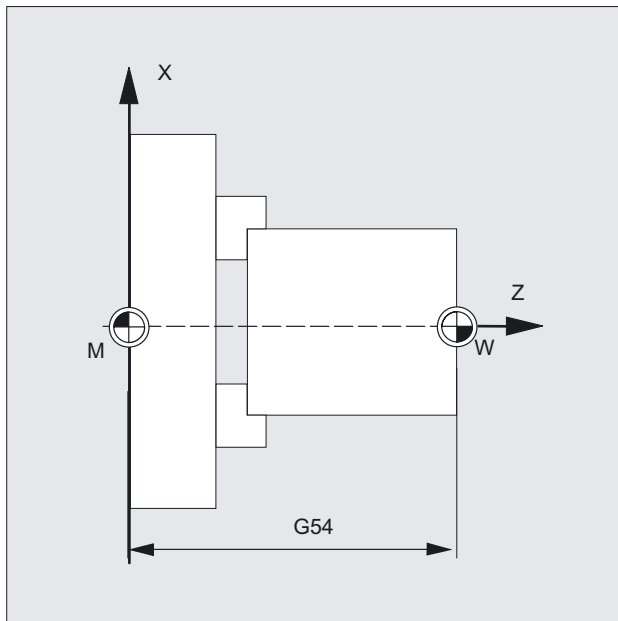
Über die einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 bis G57 und G505 bis G599) wird in allen Achsen der Werkstück-Nullpunkt bezogen auf den Nullpunkt des Basis-Koordinatensystems eingerichtet.

Damit ist es möglich, Nullpunkte programmübergreifend per G-Befehl aufzurufen (z. B. für verschiedene Vorrichtungen).

Fräsen:



Drehen:



Hinweis

Beim Drehen wird in G54 z. B. der Korrekturwert für Nachdrehen des Spannmittels eingetragen.

Syntax

Einstellbare Nullpunktverschiebung einschalten:

- G54
- ...
- G57
- G505
- ...
- G599

Einstellbare Nullpunktverschiebung ausschalten:

- G500
- G53
- G153
- SUPA

Bedeutung

G54 ... G57	Aufruf der 1. bis 4. einstellbaren Nullpunktverschiebung (NV)
G505 ... G599	Aufruf der 5. bis 99. einstellbaren NV
G500	Ausschalten der aktuellen einstellbaren NV
G500=Nullframe	Ausschalten der einstellbaren NV bis zum nächsten Aufruf, Aktivierung des Gesamt-Basisframes (\$P_ACTBFRAME).
(Standardeinstellung; enthält keine Verschiebung, Drehung, Spiegelung oder Skalierung)	
G500 ungleich 0	Aktivierung der ersten einstellbaren Nullpunktverschiebung (\$P_UIFR[0]) und Aktivierung des Gesamt-Basisframes (\$P_ACTBFRAME) bzw. ein evtl. geänderter Basisframe wird aktiviert.
G53	G53 unterdrückt satzweise die einstellbare NV und die programmierbare NV.
G153	G153 wirkt wie G53 und unterdrückt darüber hinaus den Gesamt-Basisframe.
SUPA	SUPA wirkt wie G153 und unterdrückt darüber hinaus: <ul style="list-style-type: none"> • Handradverschiebungen (DRF) • überlagerte Bewegungen • externe NV • PRESET-Verschiebung

Literatur:

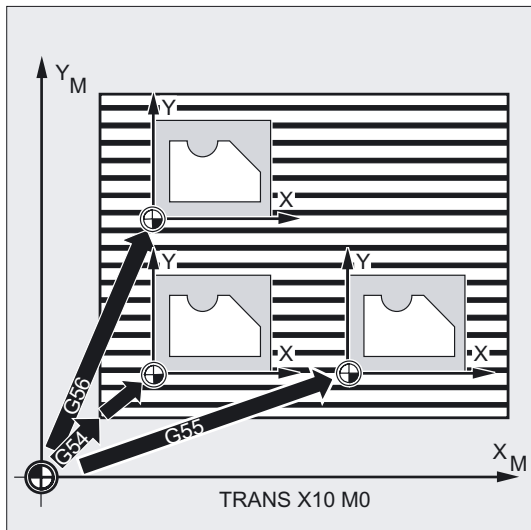
Zur programmierbaren Nullpunktverschiebung siehe Kapitel "Koordinatentransformationen (Frames)".

Hinweis

Die Grundeinstellung am Programmanfang, z. B. G54 oder G500, ist über Maschinendatum einstellbar.

Beispiel

3 Werkstücke, die auf einer Palette entsprechend der Nullpunktverschiebewerte G54 bis G56 angeordnet sind, sollen nacheinander bearbeitet werden. Die Bearbeitungsfolge ist im Unterprogramm L47 programmiert.



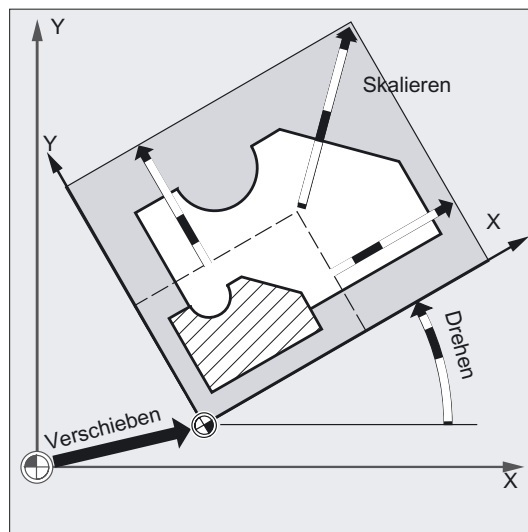
Programmcode	Kommentar
N10 G0 G90 X10 Y10 F500 T1	; Anfahren
N20 G54 S1000 M3	; Aufruf der ersten NV, Spindel rechts
N30 L47	; Programmlauf als Unterprogramm
N40 G55 G0 Z200	; Aufruf der zweiten NV, Z über Hindernis
N50 L47	; Programmlauf als Unterprogramm
N60 G56	; Aufruf der dritten NV
N70 L47	; Programmlauf als Unterprogramm
N80 G53 X200 Y300 M30	; Nullpunktverschiebung unterdrücken, Programmende

Weitere Informationen

Verschiebewerte einstellen

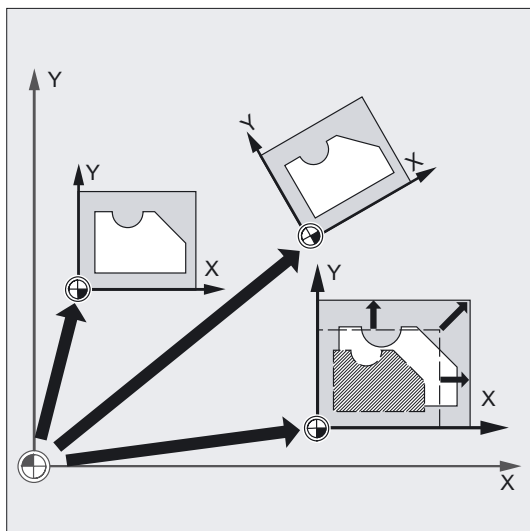
Über die Bedientafel oder über Universalschnittstelle geben Sie in die steuerungsinterne Nullpunktverschiebungstabelle folgende Werte ein:

- Koordinaten für die Verschiebung
- Winkel bei gedrehter Aufspannung
- Skalierungsfaktoren (falls notwendig)



Nullpunktverschiebung G54 bis G57

Im NC-Programm wird durch Aufruf eines der vier Befehle G54 bis G57 der Nullpunkt vom Basiskoordinatensystem in das Werkstückkoordinatensystem verschoben.



Im nächstfolgenden NC-Satz mit programmierter Bewegung beziehen sich alle Positionsangaben und damit Werkzeugbewegungen auf den jetzt gültigen Werkstücknullpunkt.

Hinweis

Mit den vier zur Verfügung stehenden Nullpunktverschiebungen können (z. B. für Mehrfachbearbeitungen) gleichzeitig vier Werkstückaufspannungen beschrieben und im Programm aufgerufen werden.

Weitere einstellbare Nullpunktverschiebungen: G505 bis G599

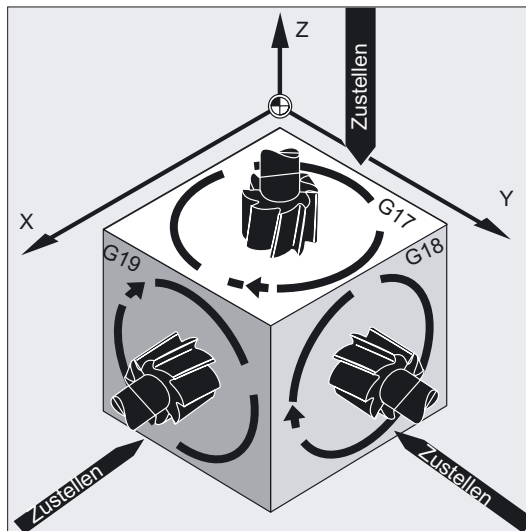
Für weitere einstellbare Nullpunktverschiebungen stehen die Befehlsnummern G505 bis G599 zur Verfügung. Damit können über die vier voreingestellten Nullpunktverschiebungen G54 bis G57 hinaus über Maschinendatum insgesamt 100 einstellbare Nullpunktverschiebungen im Nullpunktspeicher angelegt werden.

8.2 Wahl der Arbeitsebene (G17 bis G19)

Funktion

Durch die Angabe der Arbeitsebene, in der die gewünschte Kontur gefertigt werden soll, werden zugleich folgende Funktionen festgelegt:

- Die Ebene für die Werkzeugradiuskorrektur.
- Die Zustellrichtung für die Werkzeuglängenkorrektur in Abhängigkeit vom Werkzeugtyp.
- Die Ebene für die Kreisinterpolation.



Syntax

G17
G18
G19

Bedeutung

G17	Arbeitsebene X/Y Zustellrichtung Z Ebenenanwahl 1. - 2. Geometrieachse
G18	Arbeitsebene Z/X Zustellrichtung Y Ebenenanwahl 3. - 1. Geometrieachse
G19	Arbeitsebene Y/Z Zustellrichtung X Ebenenanwahl 2. - 3. Geometrieachse

Hinweis

In der Grundeinstellung ist für Fräsen G17 (X/Y-Ebene) und für Drehen G18 (Z/X-Ebene) voreingestellt.

Mit Aufruf der Werkzeug-Bahnkorrektur G41/G42 (siehe Kapitel "Werkzeugradiuskorrekturen") muss die Arbeitsebene angegeben werden, damit die Steuerung Werkzeuglänge und -radius korrigieren kann.

Beispiel: Fräsen

Die "klassische" Vorgehensweise mit Fräswerkzeug:

1. Arbeitsebene (G17 Grundeinstellung für Fräsen) definieren.
2. Werkzeugtyp (T) und Werkzeugkorrekturwerte (D) aufrufen.
3. Bahnkorrektur (G41) einschalten.
4. Fahrbewegungen programmieren.

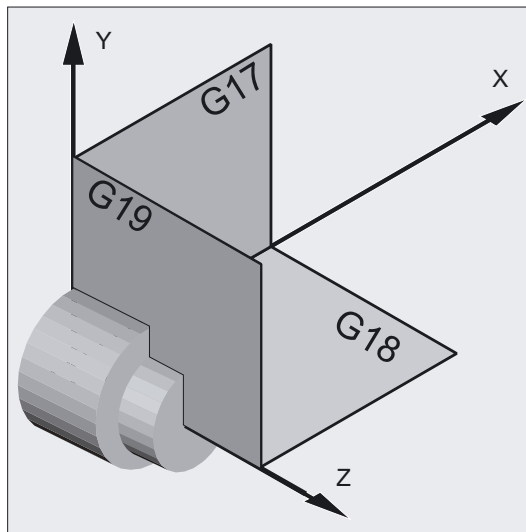
Programmcode	Kommentar
N10 G17 T5 D8	; G17 Aufruf der Arbeitsebene, hier X/Y T, D Werkzeugaufruf. Die Längenkorrektur erfolgt in Z-Richtung. X Y Z.
N20 G1 G41 X10 Y30 Z-5 F500	; Die Radiuskorrektur erfolgt in der X/Y Ebene.
N30 G2 X22.5 Y40 I50 J40	; Kreisinterpolation/Werkzeugradius-korrektur in der X/Y Ebene.

Weitere Informationen

Allgemein

Es empfiehlt sich, die Arbeitsebene G17 bis G19 bereits am Programmanfang festzulegen. In der Grundeinstellung ist für Drehen G18 die Z/X-Ebene voreingestellt.

Drehen:



Die Steuerung benötigt zur Berechnung des Drehsinns die Angabe der Arbeitsebene (siehe hierzu Kreisinterpolation G2/G3).

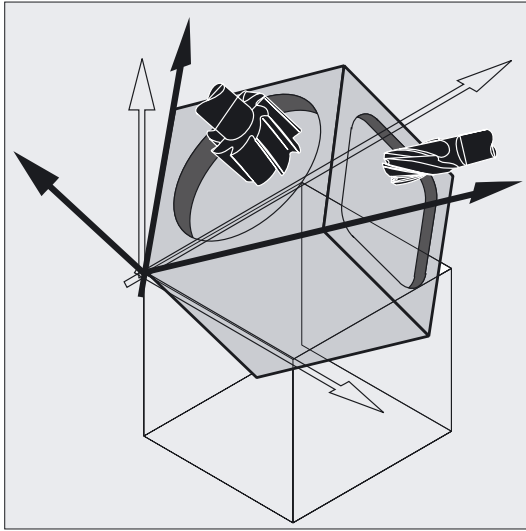
Bearbeitung in schräg liegenden Ebenen

Durch Drehung des Koordinatensystems mit ROT (siehe Kapitel "Verschiebung des Koordinatensystems") legen Sie die Koordinatenachsen auf die schräg liegende Fläche. Die Arbeitsebenen drehen sich entsprechend mit.

Werkzeuglängenkorrektur in schräg liegenden Ebenen

Die Werkzeuglängenkorrektur wird generell immer bezogen auf die raumfeste, nicht gedrehte Arbeitsebene errechnet.

Fräsen:



Hinweis

Mit den Funktionalitäten zur "Werkzeiglängenkorrektur für orientierbare Werkzeuge" können die Werkzeiglängenkomponenten passend zu den gedrehten Arbeitsebenen errechnet werden.

Die Wahl der Korrekturebene erfolgt mit `CUT2D`, `CUT2DF`. Nähere Informationen hierzu und zur Beschreibung dieser Berechnungsmöglichkeit siehe Kapitel "Werkzeugkorrekturen".

Für die räumliche Festlegung der Arbeitsebene bietet die Steuerung sehr komfortable Möglichkeiten für Koordinatentransformationen.

Mehr Informationen hierzu siehe Kapitel "Verschiebung des Koordinatensystems".

8.3 Maßangaben

Grundlage der meisten NC-Programme ist eine Werkstückzeichnung mit konkreten Maßangaben.

Diese Maßangaben können sein:

- im Absolutmaß oder Kettenmaß
- in Millimetern oder Inch
- im Radius oder Durchmesser (beim Drehen)

Damit die Angaben aus einer Maßzeichnung direkt (ohne Umrechnung) in das NC-Programm übernommen werden können, stehen dem Anwender für die verschiedenen Möglichkeiten zur Maßangabe spezifische Programmierbefehle zur Verfügung.

8.3.1 Absolutmaßangabe (G90, AC)

Funktion

Bei der Absolutmaßangabe beziehen sich die Positionsangaben immer auf den Nullpunkt des aktuell gültigen Koordinatensystems, d. h. es wird die absolute Position programmiert, auf die das Werkzeug fahren soll.

Modal wirksame Absolutmaßangabe

Die modal wirksame Absolutmaßangabe wird aktiviert mit dem Befehl G90. Sie ist für alle Achsen wirksam, die in den jeweils folgenden NC-Sätzen programmiert werden.

Satzweise wirksame Absolutmaßeingabe

Bei voreingestelltem Kettenmaß (G91) kann mit Hilfe des Befehls AC für einzelne Achsen satzweise Absolutmaßangabe eingestellt werden.

Hinweis

Die satzweise wirksame Absolutmaßangabe(AC) ist auch für Spindelpositionierungen (SPOS, SPOSA) und Interpolationsparameter (I, J, K) möglich.

Syntax

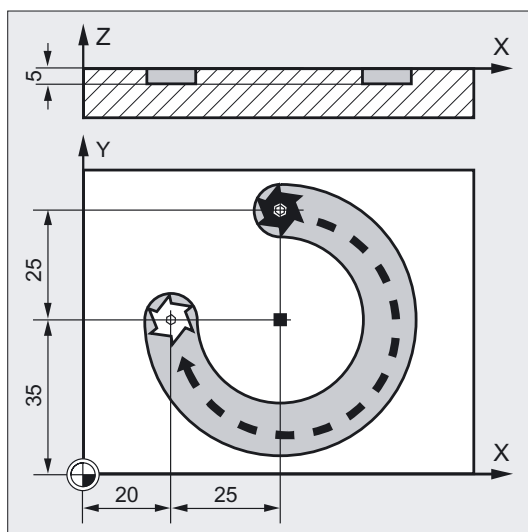
```
G90  
<Achse>=AC (<Wert>)
```

Bedeutung

G90	Befehl zur Aktivierung der modal wirksamen Absolutmaßangabe
AC	Befehl zur Aktivierung der satzweise wirksamen Absolutmaßangabe
<Achse>	Achsbezeichner der zu verfahrenen Achse
<Wert>	Sollposition der zu verfahrenen Achse im Absolutmaß

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen

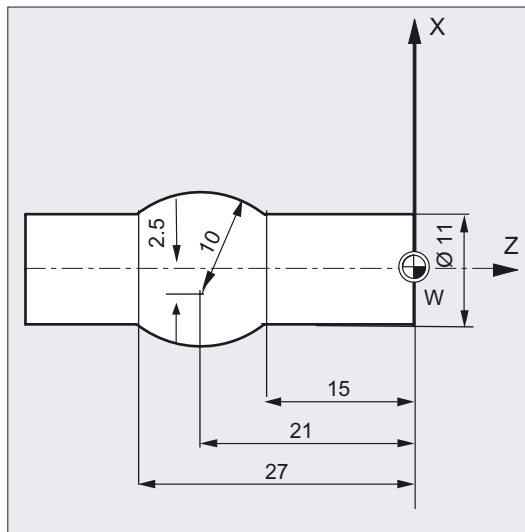


Programmcode	Kommentar
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf Position XYZ, Werkzeug-Anwahl, Spindel ein mit Drehrichtung rechts.
N20 G1 Z-5 F500	; Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs.
N30 G2 X20 Y35 I=AC(45) J=AC(35)	; Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn, Kreisendpunkt und Kreismittelpunkt im Absolutmaß.
N40 G0 Z2	; Herausfahren.
N50 M30	; Satzende.

Hinweis

Zur Eingabe der Kreismittelpunktskoordinaten I und J siehe Kapitel "Kreisinterpolation".

Beispiel 2: Drehen



Programmcode	Kommentar
N5 T1 D1 S2000 M3	; Einwechseln von Werkzeug T1, Spindel ein mit Drehrichtung rechts.
N10 G0 G90 X11 Z1	; Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf Position XZ.
N20 G1 Z-15 F0.2	; Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs.
N30 G3 X11 Z-27 I=AC(-5) K=AC(-21)	; Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn, Kreisendpunkt und Kreismittelpunkt im Absolutmaß.
N40 G1 Z-40	; Herausfahren.
N50 M30	; Satzende.

Hinweis

Zur Eingabe der Kreismittelpunktskoordinaten I und J siehe Kapitel "Kreisinterpolation".

Siehe auch

Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91) (Seite 172)

8.3.2 Kettenmaßangabe (G91, IC)

Funktion

Bei der Kettenmaßangabe bezieht sich eine Positionsangabe auf den zuletzt angefahrenen Punkt, d. h. die Programmierung im Kettenmaß beschreibt, um wie viel das Werkzeug verfahren soll.

Modal wirksame Kettenmaßangabe

Die modal wirksame Kettenmaßangabe wird aktiviert mit dem Befehl G91. Sie ist für alle Achsen wirksam, die in den jeweils folgenden NC-Sätzen programmiert werden.

Satzweise wirksame Kettenmaßangabe

Bei voreingestelltem Absolutmaß (G90) kann mit Hilfe des Befehls IC für einzelne Achsen satzweise Kettenmaßangabe eingestellt werden.

Hinweis

Die satzweise wirksame Kettenmaßangabe(IC) ist auch für Spindelpositionierungen (SPOS, SPOSA) und Interpolationsparameter (I, J, K) möglich.

Syntax

```
G91  
<Achse>=IC (<Wert>)
```

Bedeutung

G91	Befehl zur Aktivierung der modal wirksamen Kettenmaßangabe
IC	Befehl zur Aktivierung der satzweise wirksamen Kettenmaßangabe
<Achse>	Achsbezeichner der zu verfahrenen Achse
<Wert>	Sollposition der zu verfahrenen Achse im Kettenmaß

G91-Erweiterung

Für bestimmte Anwendungen wie z. B. dem Ankratzen ist es erforderlich, im Kettenmaß nur den programmierten Weg zu fahren. Die aktive Nullpunktverschiebung oder Werkzeuglängenkorrektur wird nicht gefahren.

Dieses Verhalten kann getrennt für die aktive Nullpunktverschiebung und Werkzeuglängenkorrektur über folgende Settingdaten eingestellt werden:

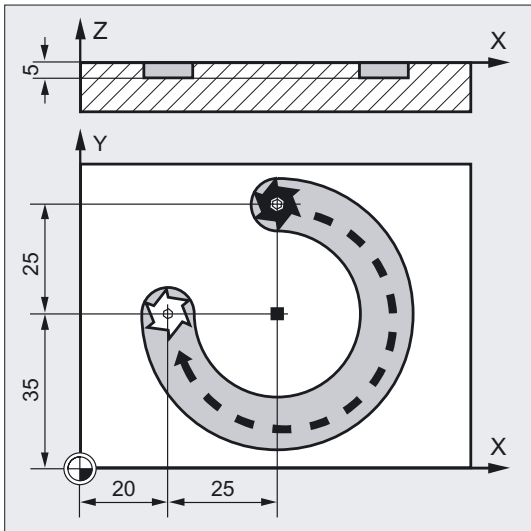
SD42440 \$SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG (Nullpunktverschiebungen in Frames)

SD42442 \$SC_TOOL_OFFSET_INCR_PROG (Werkzeuglängenkorrekturen)

Wert	Bedeutung
0	Bei inkrementeller Programmierung (Kettenmaßangabe) einer Achse wird die aktive Nullpunktverschiebung bzw. die Werkzeuglängenkorrektur nicht herausgefahren.
1	Bei inkrementeller Programmierung (Kettenmaßangabe) einer Achse wird die aktive Nullpunktverschiebung bzw. die Werkzeuglängenkorrektur herausgefahren.

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen

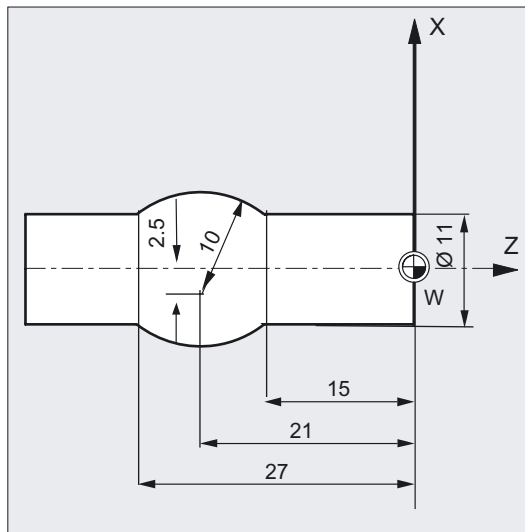


Programmcode	Kommentar
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf Position XYZ, Werkzeug-Anwahl, Spindel ein mit Drehrichtung rechts.
N20 G1 Z-5 F500	; Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs.
N30 G2 X20 Y35 I0 J-25	; Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn, Kreisendpunkt im Absolutmaß, Kreismittelpunkt im Kettenmaß.
N40 G0 Z2	; Herausfahren.
N50 M30	; Satzende.

Hinweis

Zur Eingabe der Kreismittelpunktskoordinaten I und J siehe Kapitel "Kreisinterpolation".

Beispiel 2: Drehen



Programmcode	Kommentar
N5 T1 D1 S2000 M3	; Einwechseln von Werkzeug T1, Spindel ein mit Drehrichtung rechts.
N10 G0 G90 X11 Z1	; Absolutmaßangabe, im Eilgang auf Position XZ.
N20 G1 Z-15 F0.2	; Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs.
N30 G3 X11 Z-27 I-8 K-6	; Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn, Kreisendpunkt im Absolutmaß, Kreismittelpunkt im Kettenmaß.
N40 G1 Z-40	; Herausfahren.
N50 M30	; Satzende.

Hinweis

Zur Eingabe der Kreismittelpunktskoordinaten I und J siehe Kapitel "Kreisinterpolation".

Beispiel 3: Kettenmaßangabe ohne Herausfahren der aktiven Nullpunktverschiebung

Einstellungen:

- G54 enthält eine Verschiebung in X um 25
- SD42440 \$SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG = 0

Programmcode	Kommentar
N10 G90 G0 G54 X100	
N20 G1 G91 X10	; Kettenmaßangabe aktiv, Fahren in X um 10mm (die Nullpunktverschiebung wird nicht gefahren).
N30 G90 X50	; Absolutmaßangabe aktiv, Fahren auf Position X75 (die Nullpunktverschiebung wird gefahren).

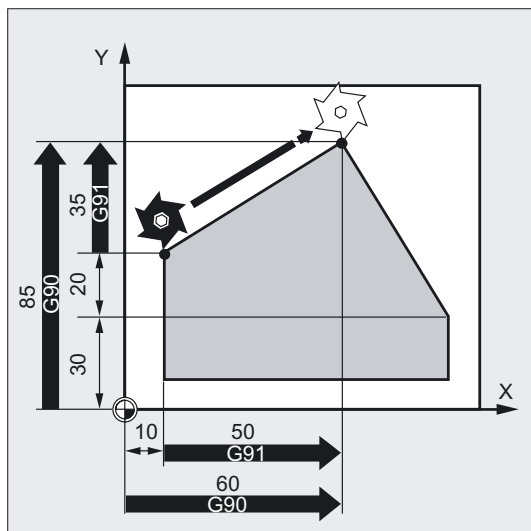
Siehe auch

Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91) (Seite 172)

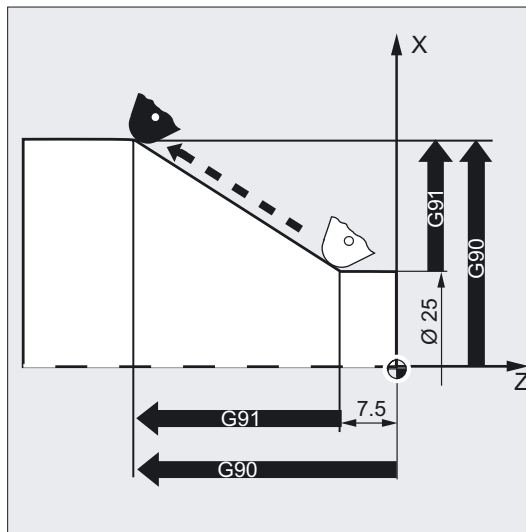
8.3.3 Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91)

Die beiden folgenden Abbildungen veranschaulichen die Programmierung mit Absolutmaßangabe (G90) bzw. Kettenmaßangabe (G91) am Beispiel der Technologien Drehen und Fräsen.

Fräsen:



Drehen:



Hinweis

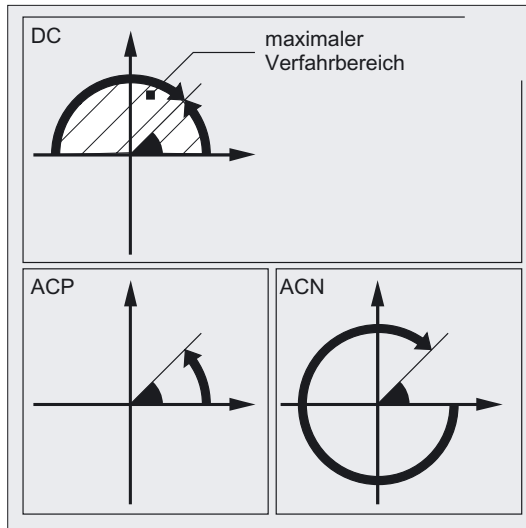
An konventionellen Drehmaschinen ist es üblich, inkrementelle Verfahrssätze in der Planachse als Radiuswerte zu betrachten, während Durchmesserangaben für die Bezugsmaße gelten. Diese Umstellung für G90 erfolgt mit den Befehlen DIAMON, DIAMOF bzw. DIAM90.

8.3.4 Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN)

Funktion

Für die Positionierung von Rundachsen im Absolutmaß stehen die satzweise wirksamen und von G90/G91 unabhängigen Befehle DC, ACP und ACN zur Verfügung.

DC, ACP und ACN unterscheiden sich in der zugrunde liegenden Anfahrstrategie:



Syntax

<Rundachse>=DC (<Wert>)
<Rundachse>=ACP (<Wert>)
<Rundachse>=ACN (<Wert>)

Bedeutung

<Rundachse>	Bezeichner der Rundachse, die verfahren werden soll (z. B. A, B oder C)
DC ()	Befehl zum direkten Anfahren der Position Die Rundachse fährt die programmierte Position auf direktem, kürzestem Weg an. Die Rundachse verfährt maximal in einem Bereich von 180°.
ACP ()	Befehl zum Anfahren der Position in positiver Richtung Die Rundachse fährt die programmierte Position in positiver Achsdrehrichtung (Gegenuhrzeigersinn) an.
ACN ()	Befehl zum Anfahren der Position in negativer Richtung Die Rundachse fährt die programmierte Position in negativer Achsdrehrichtung (Uhrzeigersinn) an.
<Wert>	Anzufahrende Rundachsposition im Absolutmaß Wertebereich: 0 - 360 Grad

Hinweis

Die positive Drehrichtung (Uhrzeiger- oder Gegenuhrzeigersinn) wird im Maschinendatum eingestellt.

Hinweis

Für die Positionierung mit Richtungsangabe (ACP, ACN) muss im Maschinendatum der Verfahrbereich zwischen 0° und 360° eingestellt sein (Modulo-Verhalten). Um Modulo-Rundachsen in einem Satz um mehr als 360° zu verfahren, ist G91 bzw. IC zu programmieren.

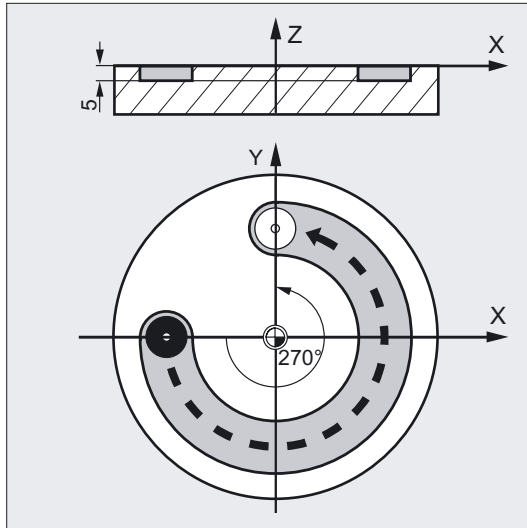
Hinweis

Die Befehle DC, ACP und ACN können auch für die Spindelpositionierung (SPOS, SPOSA) aus dem Stillstand genutzt werden.

Beispiel: SPOS=DC (45)

Beispiel: Fräsbearbeitung auf einem Rundtisch

Das Werkzeug steht, der Tisch dreht sich auf 270° im Uhrzeigersinn. Dabei entsteht eine Kreisnut.



Programmcode	Kommentar
N10 SPOS=0	; Spindel in Lageregelung.
N20 G90 G0 X-20 Y0 Z2 T1	; Absolutmaßangabe, im Eilgang Werkzeug T1 zustellen.
N30 G1 Z-5 F500	; Im Vorschub Werkzeug absenken.
N40 C=ACP(270)	; Tisch dreht sich auf 270 Grad im Uhrzeigersinn (positiv), das Werkzeug fräht eine Kreisnut.
N50 G0 Z2 M30	; Abheben, Programmende.

Literatur

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Rundachsen (R2)

8.3.5 Inch-Maßangabe oder metrische Maßangabe (G70/G700, G71/G710)

Funktion

Entsprechend den Eintragungen in der Fertigungszeichnung können Werkstück-bezogene geometrische Maßangaben wechselweise in Millimetern (metrisch) oder in Inch programmiert werden.

Syntax

G70
G71
G700
G710

Bedeutung

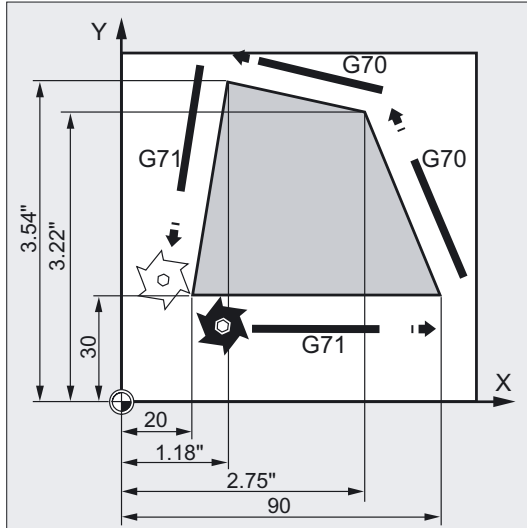
G70	Befehl zum Einschalten der Inch-Maßangabe für geometrische Angaben Länge: [inch]
G71	Befehl zum Einschalten der metrischen Maßangabe für geometrische Angaben Länge: [mm]
G700	Befehl zum Einschalten der Inch-Maßangabe für geometrische und technologische Angaben (z. B. Vorschübe F) Länge: [inch] Vorschub: [inch/min]
G710	Befehl zum Einschalten der metrischen Maßangabe für geometrische und technologische Angaben (z. B. Vorschübe F) Metrische Maßangabe (Länge [mm]; Vorschub F [mm/min]) Länge: [mm] Vorschub: [mm/min]

Hinweis

Der programmierte Vorschubwert ist modal wirksam und verändert sich damit nicht automatisch bei nachfolgenden G70/G71/G700/G710-Umschaltungen.

Beispiel: Wechsel zwischen Inch-Maßangabe und metrischer Maßangabe

Grundeinstellung: metrisch



Programmcode	Kommentar
N10 G0 G90 X20 Y30 Z2 S2000 M3 T1	; Grundeinstellung metrisch
N20 G1 Z-5 F500	; Vorschub in Z [mm/min]
N30 X90	
N40 G70 X2.75 Y3.22	; Eingabe der Positionen in inch, G70 wirkt bis zur Abwahl mit G71 oder Programmende
N50 X1.18 Y3.54	
N60 G71 X 20 Y30	; Eingabe der Positionen in mm
N70 G0 Z2 M30	; Herausfahren im Eilgang, Programmende

Weitere Informationen

G70 bzw. G71

Die folgenden geometrischen Angaben können Sie von der Steuerung (mit notwendigen Abweichungen) in das nicht eingestellte Maßsystem umrechnen lassen und direkt eingeben:

- Weginformationen (X, Y, Z, ...)
- Kreisprogrammierung:
 - Zwischenpunktkoordinaten (I1, J1, K1)
 - Interpolationsparameter (I, J, K)
 - Kreisradius (CR)
- Gewindesteigung (G34, G35)
- Programmierbare Nullpunktverschiebung (TRANS)
- Polarradius (RP)

Alle übrigen Angaben wie z. B. Vorschübe, Werkzeugkorrekturen oder einstellbare Nullpunktverschiebungen werden bei Verwendung von G70/G71 in der Grundeinstellung des Maßsystems (MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) interpretiert.

Die Darstellung von Systemvariablen und Maschinendaten ist ebenfalls vom G70/G71-Kontext unabhängig.

G700 bzw. G710

Für G700/G710 werden alle längenbehafteten NC-Daten, Maschinen- und Settingdaten immer in dem programmierten Kontext von G700/G710 gelesen und geschrieben.

Vorschub

Soll der Vorschub im G70/G71/G700/G710-Kontext wirksam werden, so muss explizit ein neuer F-Wert programmiert werden.

Synchronaktionen

Werden in Synchronaktionen Positionieraufgaben gelöst und wurde in der Synchronaktion selbst kein G70/G71/G700/G710 programmiert, so entscheidet der zum Ausführungszeitpunkt aktive G70/G71/G700/G710-Kontext über das verwendete Maßsystem.

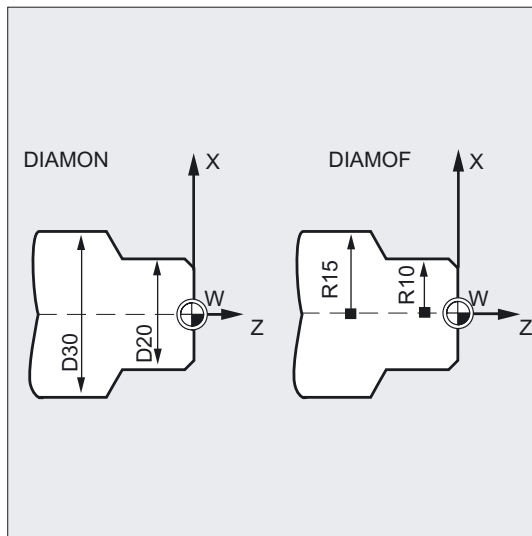
Literatur

- Funktionshandbuch Grundfunktionen; Geschwindigkeiten, Soll-/Istwertsystem, Regelung (G2), Kapitel "Metrisch/Inch-Maßsystem"
- Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Bewegungssynchronaktionen"
- Funktionshandbuch Synchronaktionen

8.3.6 Kanalspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMON, DIAM90, DIAMOF)

Funktion

Beim Drehen können die Maße für die Planachse im Durchmesser oder im Radius angegeben sein. Damit die Maßangaben direkt ohne Umrechnung aus der technischen Zeichnung in das NC-Programm übernommen werden können, wird über die modal wirksamen Befehle `DIAMON`, `DIAM90` und `DIAMOF` die kanalspezifische Durchmesser- oder Radius-Programmierung eingeschaltet.



Hinweis

Die kanalspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung bezieht sich auf die über MD20100 `$MC_DIAMETER_AX_DEF` als Planachse definierte Geometrieachse (→ siehe Angaben des Maschinenherstellers!).

Über MD20100 kann pro Kanal nur eine Planachse definiert sein.

Syntax

```
DIAMON
DIAM90
DIAMOF
```

Bedeutung

DIAMON	<p>Befehl zum Einschalten der unabhängigen kanalspezifischen Durchmesser-Programmierung</p> <p>Die Wirkung von DIAMON ist unabhängig von der programmierten Verfahrrart (Absolutmaßangabe G90 oder Kettenmaßangabe G91):</p> <p>G90 Maßangabe im Durchmesser</p> <p>G91 Maßangabe im Durchmesser</p>
DIAM90	<p>Befehl zum Einschalten der abhängigen kanalspezifischen Durchmesser-Programmierung</p> <p>Die Wirkung von DIAM90 ist abhängig von der programmierten Verfahrrart:</p> <p>G90 Maßangabe im Durchmesser</p> <p>G91 Maßangabe im Radius</p>
DIAMOF	<p>Befehl zum Ausschalten der kanalspezifischen Durchmesser-Programmierung</p> <p>Mit dem Ausschalten der Durchmesser-Programmierung wird die Radius-Programmierung wirksam.</p>

Hinweis

Mit DIAMON oder DIAM90 werden die Istwerte der Planachse immer als Durchmesser angezeigt. Das gilt auch für das Lesen der Istwerte im Werkstückkoordinatensystem bei MEAS, MEAW, \$P_EP[x] und \$AA_IW[x].

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 G0 X0 Z0	; Startpunkt anfahren.
N20 DIAMOF	; Durchmesser-Programmierung aus.
N30 G1 X30 S2000 M03 F0.7	; X-Achse = Planachse, Radius-Programmierung aktiv, Fahren auf Radius-Position X30.
N40 DIAMON	; Für die Planachse ist Durchmesser-Programmierung aktiv.
N50 G1 X70 Z-20	; Fahren auf Durchmesserposition X70 und Z-20.
N60 Z-30	
N70 DIAM90	; Durchmesser-Programmierung für Bezugsmaß und Radius-Programmierung für Kettenmaß.
N80 G91 X10 Z-20	; Kettenmaß aktiv.
N90 G90 X10	; Bezugsmaß aktiv.
N100 M30	; Programmende.

Weitere Informationen

Durchmesserwerte (DIAMON/DIAM90)

Die Durchmesserwerte gelten für folgende Daten:

- Istwertanzeige der Planachse im Werkstückkoordinatensystem
- JOG-Betrieb: Inkremente für Schrittmaß und Handradfahren
- Programmierung von Endpositionen:
Interpolationsparameter I, J, K bei G2/G3, falls diese mit AC absolut programmiert sind.
Bei inkrementeller Programmierung (IC) von I, J, K wird immer Radius verrechnet.
- Istwerte lesen im Werkstückkoordinatensystem bei:
MEAS, MEAW, \$P_EP[X], \$AA_IW[X]

Literatur

Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel: "Spezielle Wegbefehle und Bewegungssynchronaktionen"

8.3.7 Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC)

Funktion

Zusätzlich zur kanalspezifischen Durchmesser-Programmierung ermöglicht die achsspezifische Durchmesser-Programmierung für eine oder mehrere Achsen die modal oder satzweise wirksame Maßangabe und Anzeige im Durchmesser.

Hinweis

Die achsspezifische Durchmesser-Programmierung ist nur möglich bei Achsen, die über MD30460 \$MA_BASE_FUNCTION_MASK als weitere Planachsen für die achsspezifische Durchmesser-Programmierung zugelassen sind (→ siehe Angaben des Maschinenherstellers!).

Syntax

Modal wirksame achsspezifische Durchmesser-Programmierung für mehrere Planachsen im Kanal:

DIAMONA [<Achse>]

DIAM90A [<Achse>]

DIAMOFA [<Achse>]

Übernahme der kanalspezifischen Durchmesser-/Radius-Programmierung:

DIAMCHANA [<Achse>]

DIAMCHAN

Satzweise wirksame achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung:

<Achse>=DAC (<Wert>)

<Achse>=DIC (<Wert>)

<Achse>=RAC (<Wert>)

<Achse>=RIC (<Wert>)

Bedeutung

Modal wirksame achsspezifische Durchmesser-Programmierung

DIAMONA	<p>Befehl zum Einschalten der unabhängigen achsspezifischen Durchmesser-Programmierung</p> <p>Die Wirkung von DIAMONA ist unabhängig von der programmierten Verfahrrart (G90/G91 bzw. AC/IC):</p> <p>G90, AC Maßangabe im Durchmesser</p> <p>G91, IC Maßangabe im Durchmesser</p>
DIAM90A	<p>Befehl zum Einschalten der abhängigen achsspezifischen Durchmesser-Programmierung</p> <p>Die Wirkung von DIAM90A ist abhängig von der programmierten Verfahrrart:</p> <p>G90, AC Maßangabe im Durchmesser</p> <p>G91, IC Maßangabe im Radius</p>
DIAMOFA	<p>Befehl zum Ausschalten der achsspezifischen Durchmesser-Programmierung</p> <p>Mit dem Ausschalten der Durchmesser-Programmierung wird die Radius-Programmierung wirksam.</p>

- <Achse> Achsbezeichner der Achse, für die die achsspezifische Durchmesser-Programmierung aktiviert werden soll
Zugelassene Achsbezeichner sind:
- Geometrie-/Kanalachsname
oder
 - Maschinenachsname
- Wertebereich: Die angegebene Achse muss eine im Kanal bekannte Achse sein.
Sonstige Bedingungen:
- Die Achse muss über MD30460 \$MA_BASE_FUNCTION_MASK für die achsspezifische Durchmesser-Programmierung zugelassen sein.
 - Rundachsen sind als Planachsen nicht zugelassen.

Übernahme der kanalspezifischen Durchmesser-/Radius-Programmierung

DIAMCHANA Mit dem Befehl `DIAMCHANA [<Achse>]` übernimmt die **angegebene Achse** den Kanalzustand der Durchmesser-/Radius-Programmierung und wird in Folge der kanalspezifischen Durchmesser-/Radius-Programmierung unterstellt.

DIAMCHAN Mit dem Befehl `DIAMCHAN` übernehmen **alle** für die achsspezifische Durchmesser-Programmierung zugelassenen Achsen den Kanalzustand der Durchmesser-/Radius-Programmierung und werden in Folge der kanalspezifischen Durchmesser-/Radius-Programmierung unterstellt.

Satzweise wirksame achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung

Die satzweise wirksame achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung legt die Art der Maßangabe als Durchmesser- oder Radiuswert im Teileprogramm und Synchronaktionen fest. Der modale Zustand der Durchmesser-/Radius-Programmierung wird nicht verändert.

DAC Mit dem Befehl `DAC` ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam:

Durchmesser im Absolutmaß

DIC Mit dem Befehl `DIC` ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam:

Durchmesser im Kettenmaß

RAC	Mit dem Befehl <code>RAC</code> ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam: Radius im Absolutmaß
RIC	Mit dem Befehl <code>RIC</code> ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam: Radius im Kettenmaß

Hinweis

Mit `DIAMONA [<Achse>]` oder `DIAM90A [<Achse>]` werden die Istwerte der Planachse immer als Durchmesser angezeigt. Das gilt auch für das Lesen der Istwerte im Werkstückkoordinatensystem bei `MEAS`, `MEAW`, `$P_EP[x]` und `$AA_IW[x]`.

Hinweis

Beim Achstausch einer zusätzlichen Planachse aufgrund einer `GET`-Anforderung wird mit `RELEASE [<Achse>]` der Zustand der Durchmesser-/Radius-Programmierung im anderen Kanal übernommen.

Beispiele**Beispiel 1: Modal wirksame achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung**

X ist Planachse im Kanal, für Y ist achsspezifische Durchmesser-Programmierung zugelassen.

Programmcode	Kommentar
N10 G0 X0 Z0 DIAMON	; Kanalspezifische Durchmesser-Programmierung aktiv für X.
N15 DIAMOF	; Kanalspezifische Durchmesser-Programmierung aus.
N20 DIAMONA[Y]	; Modal wirksame achsspezifische Durchmesser-Programmierung aktiv für Y.
N25 X200 Y100	; Radius-Programmierung aktiv für X.
N30 DIAMCHANA[Y]	; Y übernimmt den Zustand der kanalspezifischen Durchmesser-/Radius-Programmierung und ist dieser unterstellt
N35 X50 Y100	; Radius-Programmierung aktiv für X und Y.
N40 DIAMON	; Kanalspezifische Durchmesser-Programmierung ein.
N45 X50 Y100	; Durchmesser-Programmierung aktiv für X und Y.

Beispiel 2: Satzweise wirksame achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung

X ist Planachse im Kanal, für Y ist achsspezifische Durchmesser-Programmierung zugelassen.

Programmcode	Kommentar
N10 DIAMON	; Kanalspezifische Durchmesser-Programmierung ein.
N15 G0 G90 X20 Y40 DIAMONA[Y]	; Modal wirksame achsspezifische Durchmesser-Programmierung aktiv für Y.
N20 G01 X=RIC(5)	; Für diesen Satz wirksame Maßangabe für X: Radius im Kettenmaß.
N25 X=RAC(80)	; Für diesen Satz wirksame Maßangabe für X: Radius im Absolutmaß.
N30 WHEN \$SAA_IM[Y]>50 DO POS[X]=RIC(1)	; X ist Kommandoachse. Für diesen Satz wirksame Maßangabe für X: Radius im Kettenmaß.
N40 WHEN \$SAA_IM[Y]>60 DO POS[X]=DAC(10)	; X ist Kommandoachse. Für diesen Satz wirksame Maßangabe für X: Radius im Absolutmaß.
N50 G4 F3	

Weitere Informationen

Durchmesserwerte (DIAMONA/DIAM90A)

Die Durchmesserwerte gelten für folgende Daten:

- Istwertanzeige der Planachse im Werkstückkoordinatensystem
- JOG-Betrieb: Inkremente für Schrittmaß und Handradfahren
- Programmierung von Endpositionen:
Interpolationsparameter I, J, K bei G2/G3, falls diese mit AC absolut programmiert sind.
Bei inkrementeller Programmierung IC von I, J, K wird immer Radius verrechnet.
- Istwerte lesen im Werkstückkoordinatensystem bei:
MEAS, MEAW, \$P_EP[X], \$AA_IW[X]

Literatur:

Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel: "Spezielle Wegbefehle und Bewegungssynchronaktionen"

Satzweise wirksame achsspezifische Durchmesserprogrammierung (DAC, DIC, RAC, RIC)

Die Anweisungen DAC, DIC, RAC, RIC sind für alle Befehle zugelassen, für die die kanalspezifische Durchmesserprogrammierung berücksichtigt wird:

- Achsposition: X . . . , POS, POSA
- Pendeln: OSP1, OSP2, OSS, OSE, POSP
- Interpolationsparameter: I, J, K
- Konturzug: Gerade mit Winkelangabe
- Schnellabheben: POLF[AX]
- Verfahren in Werkzeugrichtung: MOV T
- Weiches An- und Abfahren:
G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341

8.4 Lage des Werkstücks beim Drehen

Achsbezeichnungen

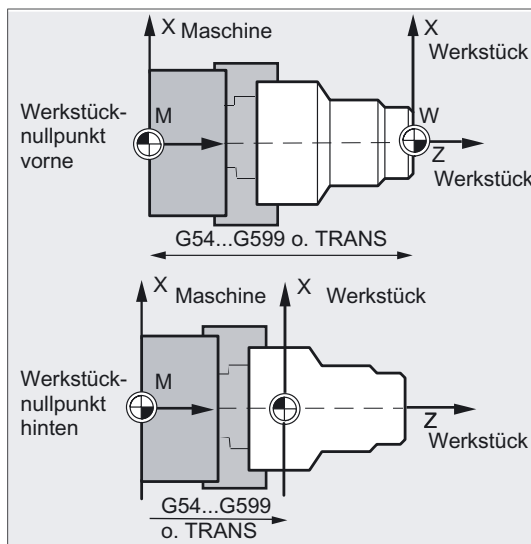
Die beiden aufeinander senkrecht stehenden Geometrieachsen werden üblicherweise bezeichnet als:

Längsachse = Z-Achse (Abszisse)
Planachse = X-Achse (Ordinate)

Werkstück-Nullpunkt

Während der Maschinen-Nullpunkt fest vorgegeben ist, ist die Lage des Werkstück-Nullpunkts auf der Längsachse frei wählbar. Im Allgemeinen liegt der Werkstück-Nullpunkt an der Vorder- oder Hinterseite des Werkstücks.

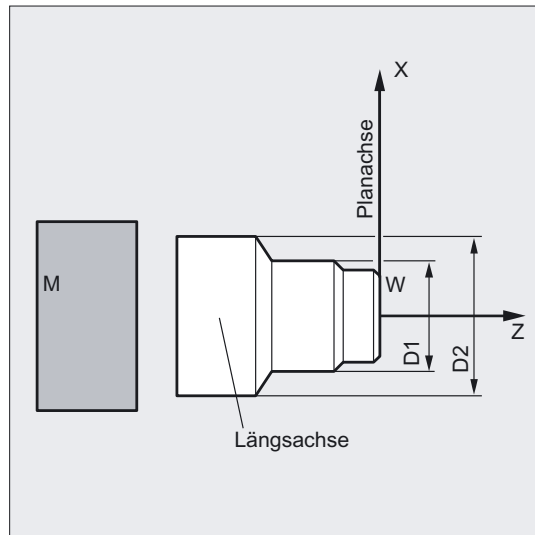
Sowohl Maschinen- als auch Werkstück-Nullpunkt liegen auf Drehmitte. Die einstellbare Verschiebung in der X-Achse ergibt sich damit zu Null.



M	Maschinen-Nullpunkt
W	Werkstück-Nullpunkt
Z	Längsachse
X	Planachse
G54 bis G599 oder TRANS	Aufruf für die Lage des Werkstück-Nullpunkts oder TRANS

Planachse

Für die Planachse erfolgen die Maßangaben im Allgemeinen als Durchmesser-Angaben (doppeltes Wegmaß gegenüber den anderen Achsen):



Welche Geometrieachse als Planachse dient, ist im Maschinendatum festzulegen (→ Maschinenhersteller!).

Wegbefehle

Konturelemente

Die programmierte Werkstückkontur kann sich aus folgenden Konturelementen zusammensetzen:

- Geraden
- Kreisbögen
- Schraubenlinien (durch Überlagerung von Geraden und Kreisbögen)

Fahrbefehle

Zur Herstellung dieser Konturelemente stehen verschiedene Fahrbefehle zur Verfügung:

- Eilgangbewegung (G0)
- Geradeninterpolation (G1)
- Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn (G2)
- Kreisinterpolation gegen den Uhrzeigersinn (G3)

Die Fahrbefehle sind modal wirksam.

Zielpositionen

Ein Bewegungssatz enthält die Zielpositionen für die zu verfahrenen Achsen (Bahnachsen, Synchronachsen, Positionierachsen).

Die Programmierung der Zielpositionen kann in kartesischen Koordinaten oder in Polarkoordinaten erfolgen.

VORSICHT

Eine Achsadresse darf pro Satz nur einmal programmiert werden.
--

Startpunkt-Zielpunkt

Die Fahrbewegung verläuft immer von der zuletzt angefahrenen Position zur programmierten Zielposition. Diese Zielposition ist wiederum die Startposition für den nächsten Fahrbefehl.

Werkstückkontur

Nacheinander ausgeführt ergeben die Bewegungssätze die Werkstückkontur:

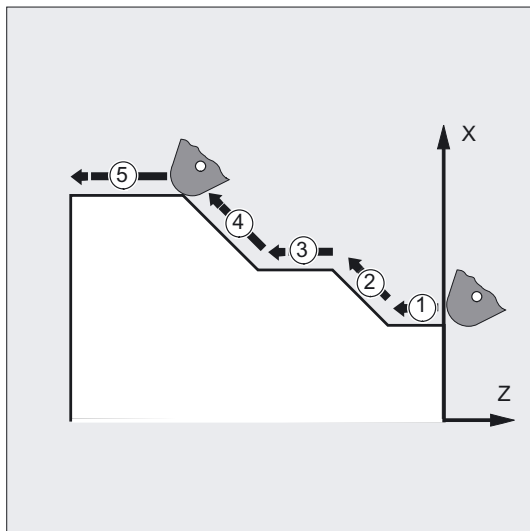


Bild 9-1 Bewegungssätze beim Drehen

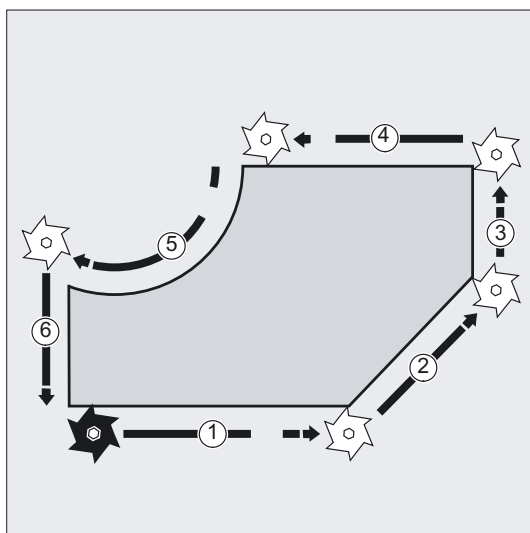


Bild 9-2 Bewegungssätze beim Fräsen

ACHTUNG

Vor Beginn eines Bearbeitungsablaufs müssen Sie das Werkzeug so vorpositionieren, dass eine Beschädigung von Werkzeug und Werkstück ausgeschlossen ist.

9.1 Fahrbefehle mit kartesischen Koordinaten (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...)

Funktion

Die im NC-Satz mit kartesischen Koordinaten angegebene Position kann mit Eilgangbewegung G0, Geradeninterpolation G1 oder Kreisinterpolation G2 /G3 angefahren werden.

Syntax

```
G0 X... Y... Z...
G1 X... Y... Z...
G2 X... Y... Z... ...
G3 X... Y... Z... ...
```

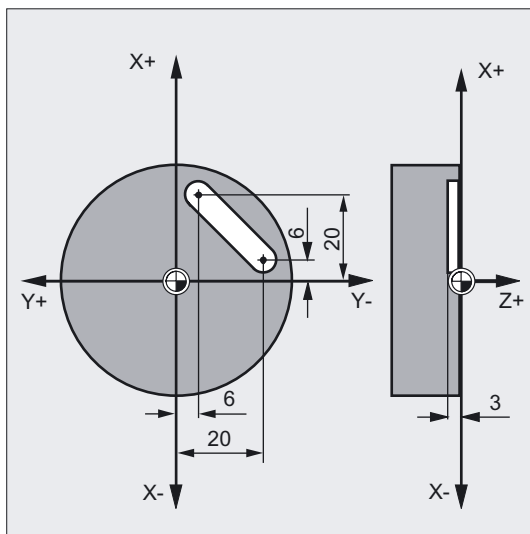
Bedeutung

G0	Befehl zum Einschalten der Eilgangbewegung
G1	Befehl zum Einschalten der Geradeninterpolation
G2	Befehl zum Einschalten der Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Befehl zum Einschalten der Kreisinterpolation gegen den Uhrzeigersinn
X...	Kartesische Koordinate der Zielposition in X-Richtung
Y...	Kartesische Koordinate der Zielposition in Y-Richtung
Z...	Kartesische Koordinate der Zielposition in Z-Richtung

Hinweis

Die Kreisinterpolation G2 / G3 benötigt außer den Koordinaten der Zielposition X..., Y..., Z... noch weitere Angaben (z. B. die Kreismittelpunkt-Koordinaten; siehe "Kreisinterpolationsarten (Seite 210)").

Beispiel



Programmcode	Kommentar
N10 G17 S400 M3	; Wahl der Arbeitsebene, Spindel rechts
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; Anfahren der mit kartesischen Koordinaten angegebenen Startposition im Eilgang
N30 G1 Z-3 F40	; Einschalten der Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs
N40 X12 Y-20	; Fahren auf einer schräg liegenden Geraden auf die mit kartesischen Koordinaten angegebene Endposition
N50 G0 Z100 M30	; Freifahren zum Werkzeugwechsel im Eilgang

9.2 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten

9.2.1 Bezugspunkt der Polarkoordinaten (G110, G111, G112)

Funktion

Der Punkt, von dem die Vermaßung ausgeht, heißt Pol.

Die Angabe des Pols kann in kartesischen oder polaren Koordinaten erfolgen.

Mit den Befehlen G110 bis G112 wird der Bezugspunkt für die Polkoordinaten eindeutig festgelegt. Absolut- oder Kettenmaßeingabe haben deshalb keinen Einfluss.

Syntax

```
G110 X... Y... Z...
G110 AP=... RP=...
G111 X... Y... Z...
G111 AP=... RP=...
G112 X... Y... Z...
G112 AP=... RP=...
```

Bedeutung

G110 ...	Mit dem Befehl G110 beziehen sich die nachfolgenden Polkoordinaten auf die zuletzt angefahrte Position.
G111 ...	Mit dem Befehl G111 beziehen sich die nachfolgenden Polkoordinaten auf den Nullpunkt des aktuellen Werkstück-Koordinatensystems.
G112 ...	Mit dem Befehl G112 beziehen sich die nachfolgenden Polkoordinaten auf den zuletzt gültigen Pol.
	Hinweis: Die Befehle G110...G112 müssen im eigenen NC-Satz programmiert werden.
X... Y... Z...	Angabe des Pols in kartesischen Koordinaten

AP=... RP=...	Angabe des Pols in Polarkoordinaten
AP=...	Polarwinkel Winkel zwischen dem Polarradius und der waagrecht Achse der Arbeitsebene (z. B. X-Achse bei G17). Die positive Drehrichtung läuft im Gegenuhrzeigersinn. Wertebereich: $\pm 0 \dots 360^\circ$
RP=...	Polarradius Die Angabe erfolgt immer in absoluten positiven Werten in [mm] oder [inch].

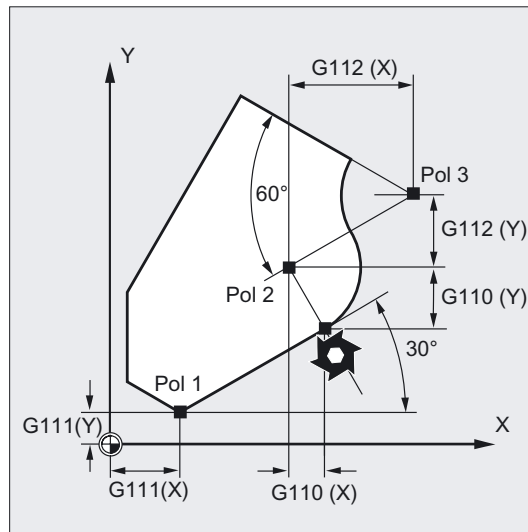
Hinweis

Es ist möglich, im NC-Programm satzweise zwischen polaren und kartesischen Maßangaben zu wechseln. Durch Verwendung der kartesischen Koordinatenbezeichner (X..., Y..., Z...) kommt man direkt wieder in das kartesische System zurück. Der definierte Pol bleibt darüber hinaus bis Programmende erhalten.

Randbedingungen

- Falls kein Pol angegeben wird, gilt der Nullpunkt des aktuellen Werkstück-Koordinatensystems.

Beispiel



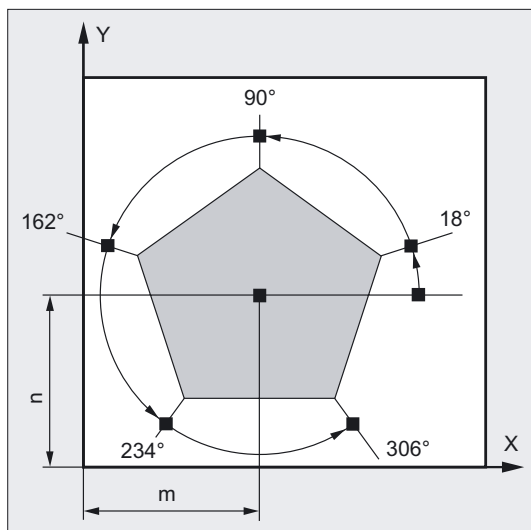
Die Pole 1 bis 3 werden im Beispiel wie folgt definiert:

- Pol 1 mit G111 X... Y...
- Pol 2 mit G110 X... Y...
- Pol 3 mit G112 X... Y...

9.2.2 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten (G0, G1, G2, G3, AP, RP)

Funktion

Fahrbefehle mit Polarkoordinaten sind dann sinnvoll, wenn die Bemaßung eines Werkstücks oder eines Teils eines Werkstücks von einem zentralen Punkt ausgeht und die Maße mit Winkeln und Radien angegeben sind (z. B. bei Bohrbildern).



Syntax

```
G0 AP=... RP=...  
G1 AP=... RP=...  
G2 AP=... RP=... ...  
G3 AP=... RP=... ...
```

Bedeutung

- G0 Befehl zum Einschalten der Eilgangbewegung
- G1 Befehl zum Einschalten der Geradeninterpolation
- G2 Befehl zum Einschalten der Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
- G3 Befehl zum Einschalten der Kreisinterpolation gegen den Uhrzeigersinn

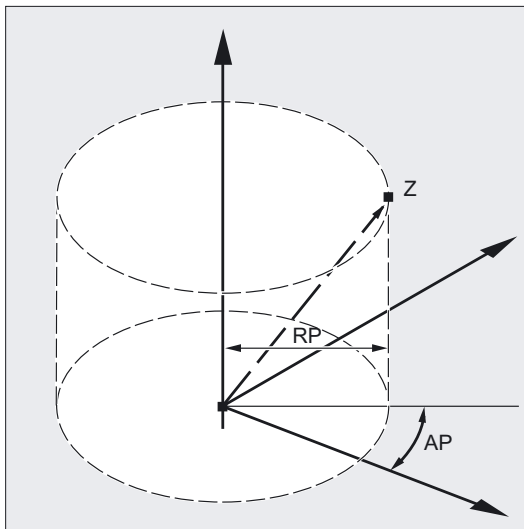
AP	<p>Polarwinkel</p> <p>Winkel zwischen dem Polarradius und der waagrechten Achse der Arbeitsebene (z. B. X-Achse bei G17). Die positive Drehrichtung läuft im Gegenuhrzeigersinn.</p> <p>Wertebereich: $\pm 0 \dots 360^\circ$</p> <p>Die Winkelangabe kann sowohl absolut als auch inkrementell erfolgen:</p> <p>AP=AC (...) Absolutmaßeingabe</p> <p>AP=IC (...) Kettenmaßeingabe</p> <p>Bei Kettenmaßeingabe gilt der zuletzt programmierte Winkel als Bezug.</p> <p>Der Polarwinkel bleibt solange gespeichert, bis ein neuer Pol definiert oder die Arbeitsebene gewechselt wird.</p>
RP	<p>Polarradius</p> <p>Die Angabe erfolgt immer in absoluten positiven Werten in [mm] oder [inch].</p> <p>Der Polarradius bleibt bis zur Eingabe eines neuen Werts gespeichert.</p>

Hinweis

Die Polarkoordinaten beziehen sich auf den mit G110 ... G112 festgelegten Pol und gelten in der mit G17 bis G19 gewählten Arbeitsebene.

Hinweis

Die senkrecht zur Arbeitsebene stehende 3. Geometrieachse kann zusätzlich als kartesische Koordinate angegeben werden.

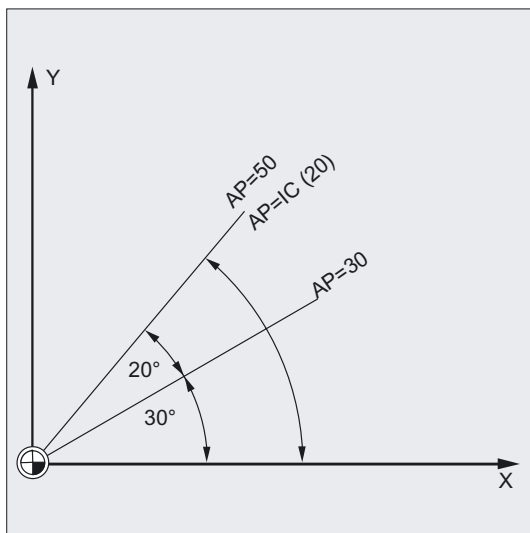


Damit sind räumliche Angaben in Zylinderkoordinaten programmierbar.

Beispiel: G17 G0 AP... RP... Z...

Randbedingungen

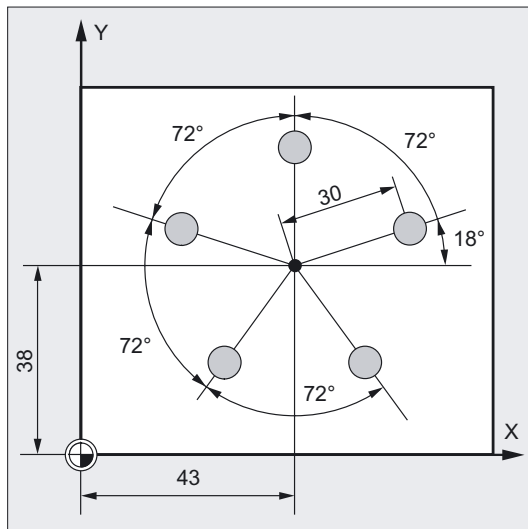
- In NC-Sätzen mit polaren Endpunktangaben dürfen für die angewählte Arbeitsebene keine kartesischen Koordinaten wie Interpolationsparameter, Achsadressen, usw. programmiert werden.
- Wenn mit G110 ... G112 kein Pol definiert wird, dann wird automatisch der Nullpunkt des aktuellen Werkstückkoordinatensystems als Pol betrachtet:



- Polarradius $RP = 0$
 Der Polarradius errechnet sich aus dem Abstand zwischen Startpunktvektor in der Polebene und dem aktiven Polvektor. Anschließend wird der errechnete Polarradius modal gespeichert.
 Das gilt unabhängig von einer gewählten Poldefinition (G110 ... G112). Sind beide Punkte identisch programmiert, so wird dieser Radius = 0 und der Alarm 14095 generiert.
- Nur Polarwinkel AP ist programmiert
 Wenn im aktuellen Satz kein Polarradius RP, aber ein Polarwinkel AP programmiert ist, dann wird bei einer Differenz zwischen aktueller Position und Pol in Werkstückkoordinaten diese Differenz als Polarradius genutzt und modal gespeichert. Ist die Differenz = 0, werden erneut die Polkoordinaten vorgegeben und der modale Polarradius bleibt auf Null.

Beispiel: Herstellung eines Bohrbilds

Die Positionen der Bohrungen sind in Polarkoordinaten angegeben:



Jede Bohrung wird mit dem gleichen Fertigungsablauf hergestellt:

Vorbohren, Bohren auf Maß, Reiben ...

Die Bearbeitungsfolge ist im Unterprogramm abgelegt.

Programmcode	Kommentar
N10 G17 G54	; Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 G111 X43 Y38	; Festlegung des Pols
N30 G0 RP=30 AP=18 Z5G0	; Startpunkt anfahren, Angabe in Zylinderkoordinaten
N40 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N50 G91 AP=72	; Nächste Position im Eilgang anfahren, Polarwinkel im Kettenmaß, Polarradius von Satz N30 bleibt gespeichert und muss nicht angegeben werden
N60 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N70 AP=IC(72)	...
N80 L10	...
N90 AP=IC(72)	...
N100 L10	...
N110 AP=IC(72)	...
N120 L10	...
N130 G0 X300 Y200 Z100 M30	; Werkzeug freifahren, Programmende
N90 AP=IC(72)	...
N100 L10	...

Siehe auch

Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...) (Seite 210)

9.3 Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF)

Funktion

Die Eilgangbewegungen setzen Sie zum schnellen Positionieren des Werkzeugs, zum Umfahren des Werkstücks oder zum Anfahren von Werkzeugwechsellpunkten ein.

Mit dem Teileprogrammbefehl `RTLIOF` wird Nicht-Lineare Interpolation, mit `RTLION` wird Lineare Interpolation aktiviert.

Hinweis

Diese Funktion eignet sich nicht zur Werkstückbearbeitung!

Syntax

```
G0 X... Y... Z ...  
G0 AP=...  
G0 RP=...  
RTLIOF  
RTLION
```

Bedeutung

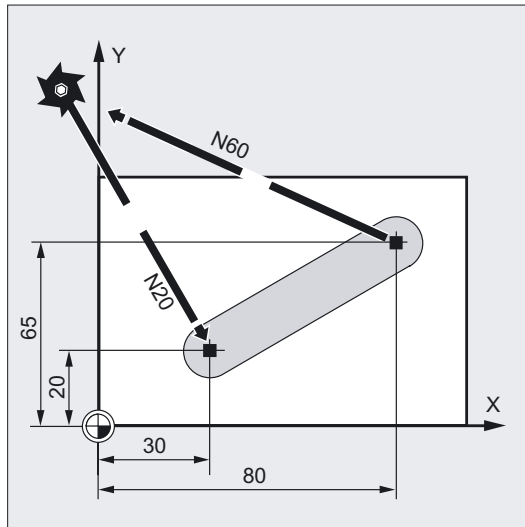
G0	Befehl zum Einschalten der Eilgangbewegung Wirksamkeit: modal
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
AP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarwinkel
RP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarradius
RTLIOF	Nicht-Lineare Interpolation (jede Bahnachse interpoliert als Einzelachse)
RTLION	Lineare Interpolation (Bahnachsen werden gemeinsam interpoliert)

Hinweis

G0 ist nicht durch G ersetzbar.

Beispiele

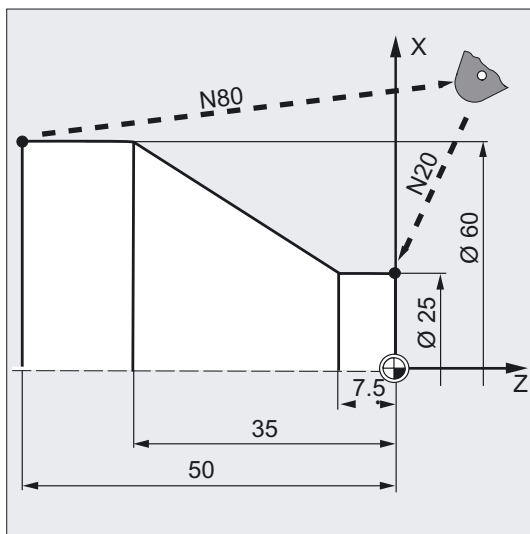
Beispiel 1: Fräsen



Mit G0 werden Startpositionen oder Werkzeugwechsellpunkten, Freifahren des Werkzeugs usw. angefahren:

Programmcode	Kommentar
N10 G90 S400 M3	; Absolutmaßeingabe, Spindel rechts
N20 G0 X30 Y20 Z2	; Anfahren der Startposition
N30 G1 Z-5 F1000G1	; Zustellen des Werkzeugs
N40 X80 Y65	; Fahren auf einer Geraden
N50 G0 Z2	
N60 G0 X-20 Y100 Z100 M30	; Werkzeug freifahren, Programmende

Beispiel 2: Drehen

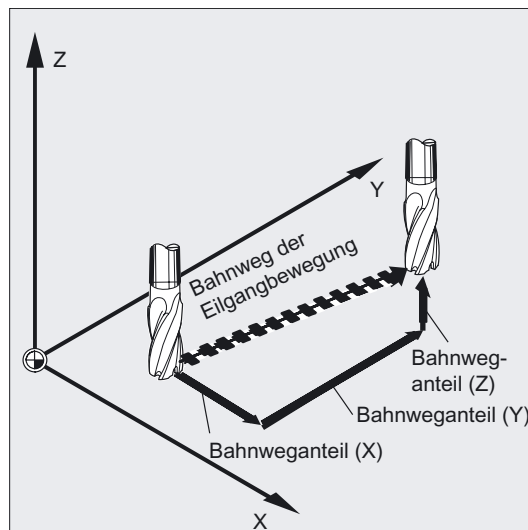


Programmcode	Kommentar
N10 G90 S400 M3	; Absolutmaßeingabe, Spindel rechts
N20 G0 X25 Z5	; Anfahren der Startposition
N30 G1 G94 Z0 F1000G1	; Zustellen des Werkzeugs
N40 G95 Z-7.5 F0.2	
N50 X60 Z-35	; Fahren auf einer Geraden
N60 Z-50	
N70 G0 X62	
N80 G0 X80 Z20 M30	; Werkzeug Freifahren, Programmende

Weitere Informationen

Eilganggeschwindigkeit

Die mit G0 programmierte Werkzeugbewegung wird mit der größtmöglichen Verfahrgeschwindigkeit (Eilgang) ausgeführt. Die Eilganggeschwindigkeit ist im Maschinendatum für jede Achse getrennt festgelegt. Wird die Eilgangbewegung gleichzeitig in mehreren Achsen ausgeführt, so wird die Eilganggeschwindigkeit durch die Achse bestimmt, die für ihren Bahnweganteil die meiste Zeit benötigt.



Bahnachsen fahren bei G0 als Positionierachsen

Bei Eilgangbewegung können Bahnachsen wahlweise in zwei verschiedenen Modarten bewegt werden:

- **Lineare Interpolation** (bisheriges Verhalten):
Die Bahnachsen werden gemeinsam interpoliert.
- **Nicht-Lineare Interpolation:**
Jede Bahnachse interpoliert als Einzelachse (Positionierachse) unabhängig von den anderen Achsen der Eilgangbewegung.

Bei Nicht-Linearer Interpolation gilt bezüglich des axialen Rucks die Einstellung für die jeweilige Positionierachse BRISKA, SOFTA, DRIVEA.

ACHTUNG

Da bei der Nicht-Linearen Interpolation eine andere Kontur gefahren werden kann, werden Synchronaktionen, die sich auf Koordinaten der ursprünglichen Bahn beziehen gg. nicht aktiv!

Immer Lineare Interpolation gilt in den folgenden Fällen:

- Bei einer G-Code Kombination mit G0 die eine Positionierbewegung nicht zulässt (z. B. G40/41/42).
- Bei der Kombination G0 mit G64
- Bei aktivem Kompressor
- Bei einer aktiven Transformation

Beispiel:

```
Programmcode  
G0 X0 Y10  
G0 G40 X20 Y20  
G0 G95 X100 Z100 M3 S100
```

Es wird als POS[X]=0 POS[Y]=10 und im Bahnbetrieb verfahren. Wird POS[X]=100 POS[Z]=100 verfahren, so ist kein Umdrehungsvorschub aktiv.

Satzwechselkriterium einstellbar bei G0

Für Einzelachsinterpolation kann ein neues Bewegungsendekriterium

FINEA

oder

COARSEA

oder

IPOENDA

für Satzwechsel bereits innerhalb der Bremsrampe eingestellt werden.

Aufeinanderfolgende Achsen werden bei G0 wie Positionierachsen behandelt

Mit der Kombination von

- "Satzwechsel einstellbar in der Bremsrampe der Einzelachsinterpolation" und
- "Bahnachsen fahren bei Eilgangbewegung G0 als Positionierachsen"

können alle Achsen unabhängig voneinander zu ihrem Endpunkt fahren. Auf diese Weise werden zwei aufeinanderfolgend programmierte Achsen X und Z bei G0 wie Positionierachsen behandelt.

Der Satzwechsel nach Achse Z kann abhängig vom eingestellten Zeitpunkt der Bremsrampe (100-0%) von der Achse X eingeleitet werden. Während die Achse X noch fährt, startet bereits die Achse Z. Beide Achsen fahren unabhängig voneinander zu ihrem Endpunkt.

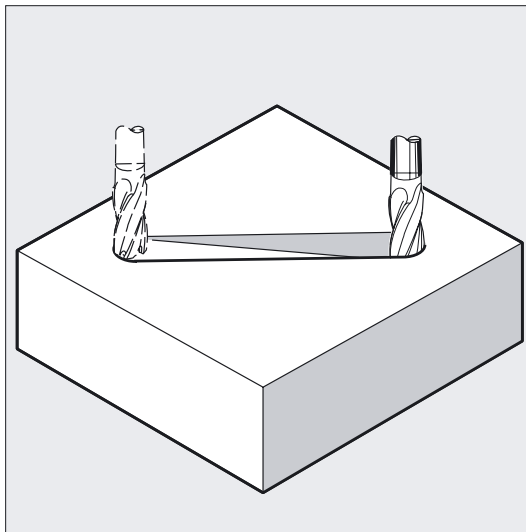
Mehr Informationen hierzu siehe "Vorschubregelung und Spindelbewegung".

9.4 Geradeninterpolation (G1)

Funktion

Mit G1 fährt das Werkzeug auf achsparallelen, schräg liegenden oder beliebig im Raum liegenden Geraden. Die Geradeninterpolation ermöglicht die Herstellung von 3D-Flächen, Nuten uvm.

Fräsen:



Syntax

```
G1 X... Y... Z ... F...
```

```
G1 AP=... RP=... F...
```

Bedeutung

G1	Geradeninterpolation (Linearinterpolation mit Vorschub)
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
AP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarwinkel
RP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarradius

F Vorschubgeschwindigkeit in mm/min. Das Werkzeug fährt mit Vorschub F auf einer Geraden vom aktuellen Startpunkt zum programmierten Zielpunkt. Den Zielpunkt geben Sie in kartesischen Koordinaten oder Polarkoordinaten ein. Auf dieser Bahn wird das Werkstück bearbeitet.

Beispiel: G1 G94 X100 Y20 Z30 A40 F100

Der Endpunkt in X, Y, Z wird mit Vorschub 100 mm/min angefahren, die Rundachse A wird als Synchronachse so verfahren, dass alle vier Bewegungen zeitgleich abgeschlossen werden.

Hinweis

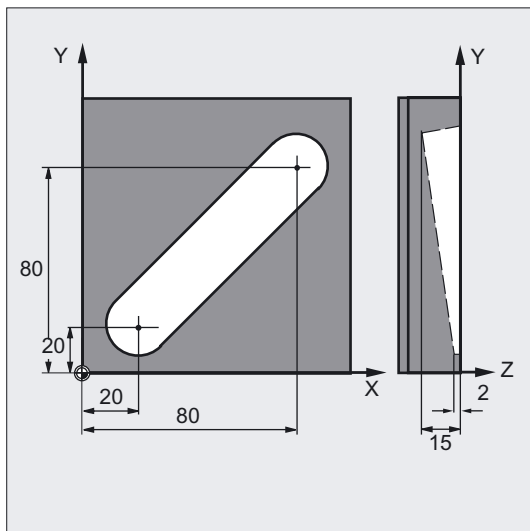
G1 ist modal wirksam.

Für die Bearbeitung müssen Spindeldrehzahl S und Spindeldrehrichtung M3/M4 angegeben werden.

Mit FGROUP können Achsgruppen festgelegt werden, für die Bahnvorschub F gilt. Mehr Informationen hierzu im Kapitel "Bahnverhalten".

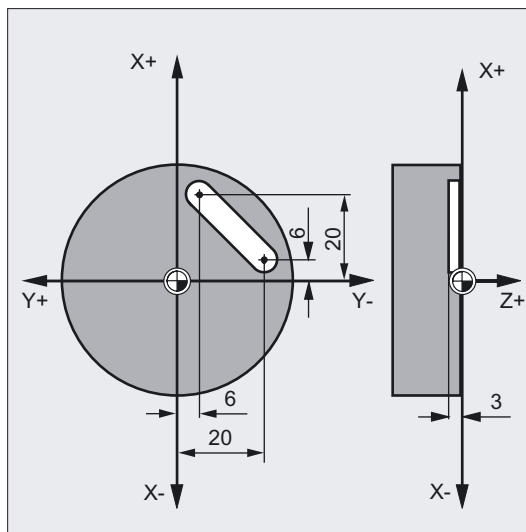
Beispiel: Fräsen

Herstellung einer Nut: Das Werkzeug fährt vom Start- zum Endpunkt in X/Y-Richtung. Gleichzeitig wird in Z-Richtung zugestellt.



Programmcode	Kommentar
N10 G17 S400 M3	; Wahl der Arbeitsebene, Spindel rechts
N20 G0 X20 Y20 Z2	; Anfahren der Startposition
N30 G1 Z-2 F40	; Zustellen des Werkzeugs
N40 X80 Y80 Z-15	; Fahren auf einer schräg liegenden Geraden
N50 G0 Z100 M30	; Freifahren zum Werkzeugwechsel

Beispiel: Drehen



Programmcode	Kommentar
N10 G17 S400 M3	; Wahl der Arbeitsebene, Spindel rechts
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; Anfahren der Startposition
N30 G1 Z-3 F40	; Zustellen des Werkzeugs
N40 X12 Y-20	; Fahren auf einer schräg liegenden Geraden
N50 G0 Z100 M30	; Freifahren zum Werkzeugwechsel

9.5 Kreisinterpolation

9.5.1 Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...)

Möglichkeiten Kreisbewegungen zu programmieren

Die Steuerung bietet eine Reihe von verschiedenen Möglichkeiten, Kreisbewegungen zu programmieren. Damit können Sie praktisch jede Art der Zeichnungsbemaßung direkt umsetzen. Die Kreisbewegung wird beschrieben durch den:

- Mittelpunkt und Endpunkt im Absolut- oder Kettenmaß (standardmäßig)
- Radius und Endpunkt in kartesischen Koordinaten
- Öffnungswinkel und Endpunkt in kartesischen Koordinaten oder Mittelpunkt unter den Adressen
- Polarkoordinaten mit dem Polarwinkel AP= und dem Polarradius RP=
- Zwischen- und Endpunkt
- Endpunkt und Tangentenrichtung im Startpunkt

Syntax

G2/G3 X... Y... Z...

I=AC (...) J=AC (...) K=AC (...)

G2/G3 X... Y... Z... I... J... K...

G2/G3 X... Y... Z... CR=...

G2/G3 X... Y... Z... AR=...

G2/G3 I... J... K... AR=...

G2/G3 AP=... RP=...

CIP X... Y... Z...
I1=AC (...) J1=AC (...) K1=(AC...)

CT X... Y... Z...

Mittelpunkt und Endpunkt absolut bezogen auf den Werkstücknullpunkt

Mittelpunkt im Kettenmaß bezogen auf den Kreisanfangspunkt

Kreisradius CR= und Kreisendpunkt in kartesischen Koordinaten X..., Y..., Z...

Öffnungswinkel AR= Endpunkt in kartesischen Koordinaten X..., Y..., Z...

Öffnungswinkel AR= Mittelpunkt unter den Adressen I..., J..., K...

Polarkoordinaten den Polarwinkel AP= und den Polarradius RP=

Zwischenpunkt unter den Adressen I1=, J1=, K1=

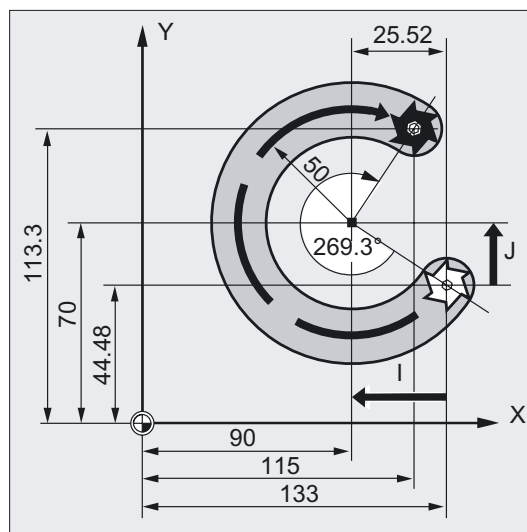
Kreis durch Start- und Endpunkt und die Tangenterichtung im Startpunkt

Bedeutung

G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
CIP	Kreisinterpolation über Zwischenpunkt
CT	Kreis mit tangentialem Übergang definiert den Kreis
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I J K	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten in Richtung X, Y, Z
CR=	Kreisradius
AR=	Öffnungswinkel
AP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarwinkel
RP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarradius entspr. Kreisradius
I1= J1= K1=	Zwischenpunkt in kartesischen Koordinaten in Richtung X, Y, Z

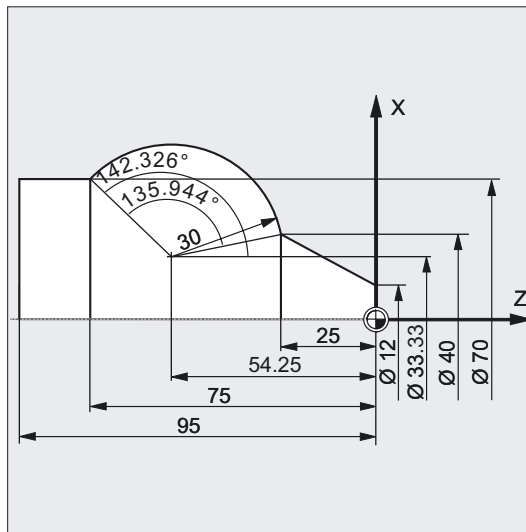
Beispiel: Fräsen

In den folgenden Programmzeilen finden Sie für jede Möglichkeit der Kreisprogrammierung ein Eingabebeispiel. Die hierzu notwendigen Maßangaben finden Sie in der nebenstehenden Fertigungszeichnung.



Programmcode	Kommentar
N10 G0 G90 X133 Y44.48 S800 M3	; Startpunkt anfahren
N20 G17 G1 Z-5 F1000	; Zustellen des Werkzeugs
N30 G2 X115 Y113.3 I-43 J25.52	; Kreisendpunkt, Mittelpunkt im Kettenmaß
N30 G2 X115 Y113.3 I=AC(90) J=AC(70)	; Kreisendpunkt, Mittelpunkt im Absolutmaß
N30 G2 X115 Y113.3 CR=-50	; Kreisendpunkt, Kreisradius
N30 G2 AR=269.31 I-43 J25.52	; Öffnungswinkel, Mittelpunkt im Kettenmaß
N30 G2 AR=269.31 X115 Y113.3	; Öffnungswinkel, Kreisendpunkt
N30 N30 CIP X80 Y120 Z-10	; Kreisendpunkt und Zwischenpunkt:
I1=IC(-85.35) J1=IC(-35.35) K1=-6	; Koordinaten für alle 3 Geometrieachsen
N40 M30	; Programmende

Beispiel: Drehen

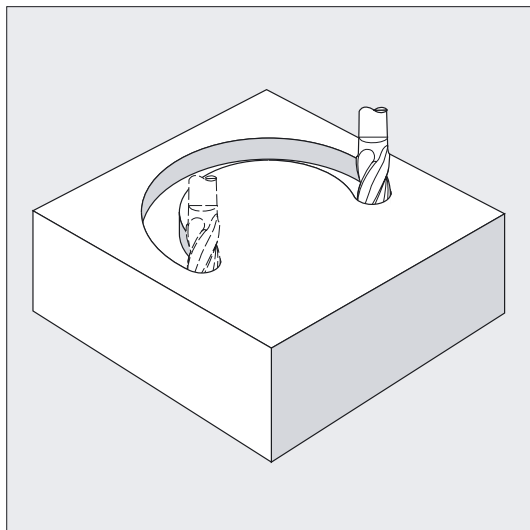


Programmcode	Kommentar
N.. ...	
N120 G0 X12 Z0	
N125 G1 X40 Z-25 F0.2	
N130 G3 X70 Y-75 I-3.335 K-29.25	; Kreisendpunkt, Mittelpunkt im Kettenmaß
N130 G3 X70 Y-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)	; Kreisendpunkt, Mittelpunkt im Absolutmaß
N130 G3 X70 Z-75 CR=30	; Kreisendpunkt, Kreisradius
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944	; Öffnungswinkel, Kreisendpunkt
N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944	; Öffnungswinkel, Mittelpunkt im Kettenmaß
N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944	; Öffnungswinkel, Mittelpunkt im Absolutmaß
N130 G111 X33.33 Z-54.25	; Polarkoordinaten
N135 G3 RP=30 AP=142.326	; Polarkoordinaten
N130 CIP X70 Z-75 I1=93.33 K1=-54.25	; Kreisbogen mit Zwischenpunkt und Endpunkt
N140G1 Z-95	
N.. ...	
N40 M30	; Programmende

9.5.2 Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...)

Funktion

Die Kreisinterpolation ermöglicht die Herstellung von Vollkreisen oder Kreisbögen.



Die Kreisbewegung wird beschrieben durch:

- den Endpunkt in kartesischen Koordinaten X, Y, Z und
- den Kreismittelpunkt unter den Adressen I, J, K.

Wird der Kreis mit Mittelpunkt, jedoch ohne Endpunkt programmiert, entsteht ein Vollkreis.

Syntax

G2/G3 X... Y... Z... I... J... K...
G2/G3 X... Y... Z... I=AC (...) J=AC (...) K=(AC...)

Bedeutung

G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I	Koordinate des Kreismittelpunkt in X-Richtung
J	Koordinate des Kreismittelpunkt in Y-Richtung
K	Koordinate des Kreismittelpunkt in Z-Richtung
=AC (...)	Absolutmaßangabe (satzweise wirksam)

Hinweis

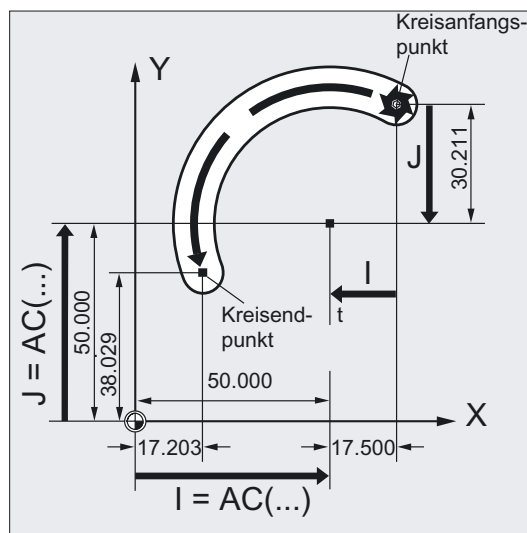
G2 und G3 sind modal wirksam.

Die Voreinstellungen G90/G91 Absolut- oder Kettenmaß sind nur für den Kreisendpunkt gültig.

Die Mittelpunktkoordinaten I, J, K werden standardmäßig im Kettenmaß bezogen auf den Kreisanzfangspunkt eingegeben.

Die absolute Mittelpunktangabe bezogen auf den Werkstücknullpunkt programmieren Sie satzweise mit: I=AC (...), J=AC (...), K=AC (...). Ein Interpolationsparameter I, J, K mit Wert 0 kann entfallen, der zugehörige zweite Parameter muss in jedem Fall angegeben werden.

Beispiele: Fräsen



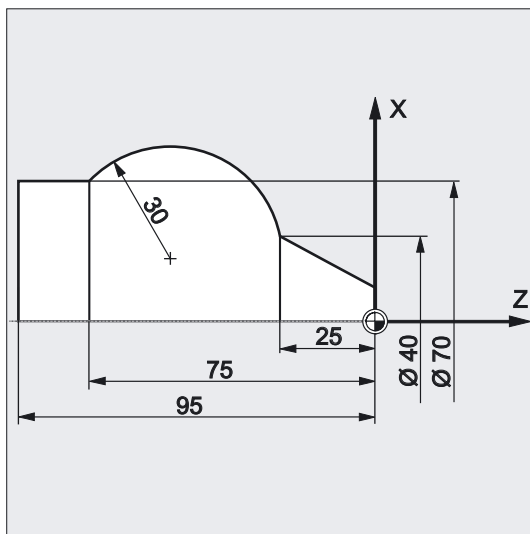
Kettenmaß

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I-.5 J-.211 F500
```

Absolutmaß

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I=AC(50) J=AC(50)
```

Beispiele: Drehen



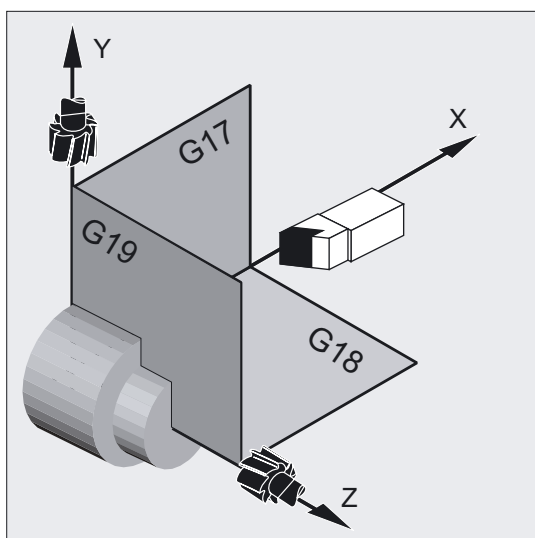
Kettenmaß

```
N120 G0 X12 Z0  
N125 G1 X40 Z-25 F0.2  
N130 G3 X70 Z-75 I-3.335 K-29.25  
N135 G1 Z-95
```

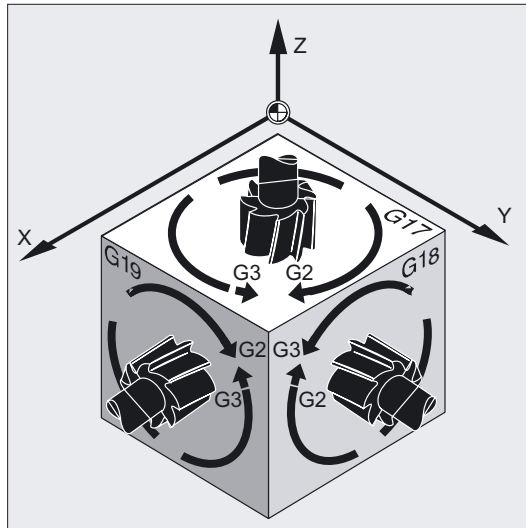
Absolutmaß

```
N120 G0 X12 Z0  
N125 G1 X40 Z-25 F0.2  
N130 G3 X70 Z-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)  
N135 G1 Z-95
```

Angabe der Arbeitsebene



Die Steuerung benötigt zur Berechnung des Kreisdrehsinns, mit G2 im Uhrzeigersinn oder G3 gegen den Uhrzeigersinn, die Angabe der Arbeitsebene (G17 bis G19).



Es empfiehlt sich, die Arbeitsebene generell anzugeben.

Ausnahme:

Sie können auch außerhalb der gewählten Arbeitsebene (nicht bei Öffnungswinkelangabe und Schraubenlinie) Kreise herstellen. In diesem Fall bestimmen die Achsadressen, die Sie als Kreisendpunkt angeben, die Kreisebene.

Programmierter Vorschub

Mit GFROUP kann festgelegt werden, welche Achsen mit programmiertem Vorschub verfahren sollen. Mehr Informationen siehe Kapitel Bahnverhalten.

9.5.3 Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., CR)

Funktion

Die Kreisbewegung wird beschrieben durch den:

- Kreisradius $CR=$ und
- Endpunkt in kartesischen Koordinaten X, Y, Z.

Neben dem Kreisradius müssen Sie noch durch Vorzeichen +/- angeben, ob der Verfahrwinkel größer oder kleiner 180° sein soll. Ein positives Vorzeichen kann entfallen.

Hinweis

Es gibt keine praxisrelevante Beschränkung für die Größe des maximal programmierbaren Radius.

Syntax

G2/G3 X... Y... Z... CR=
G2/G3 I... J... K... CR=

Bedeutung

G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten. Diese Angaben sind abhängig von den Wegbefehlen G90/G91 bzw. ...=AC(...)/...=IC(..)
I J K	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten (in Richtung X, Y, Z) Dabei bedeuten: I: Koordinate des Kreismittelpunktes in X-Richtung J: Koordinate des Kreismittelpunktes in Y-Richtung K: Koordinate des Kreismittelpunktes in Z-Richtung
CR=	Kreisradius Dabei bedeuten: CR=+...: Winkel kleiner oder gleich 180° CR=-...: Winkel größer 180°

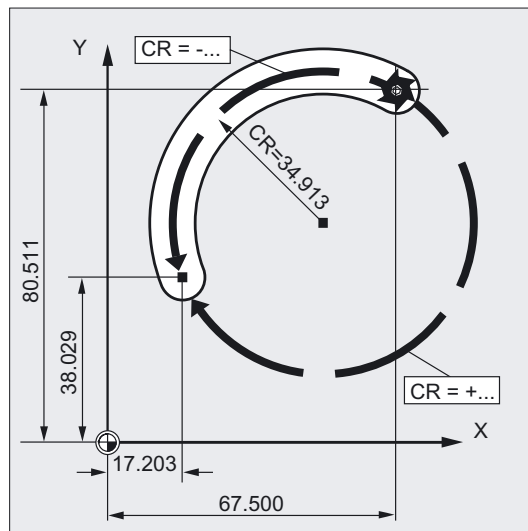
Hinweis

Den Mittelpunkt müssen Sie bei dieser Vorgehensweise nicht angeben. Vollkreise (Verfahrwinkel 360°) sind nicht mit $CR=$, sondern über Kreisendpunkt und Interpolationsparameter zu programmieren.

Beispiel: Fräsen

Kreisprogrammierung mit Radius und Endpunkt

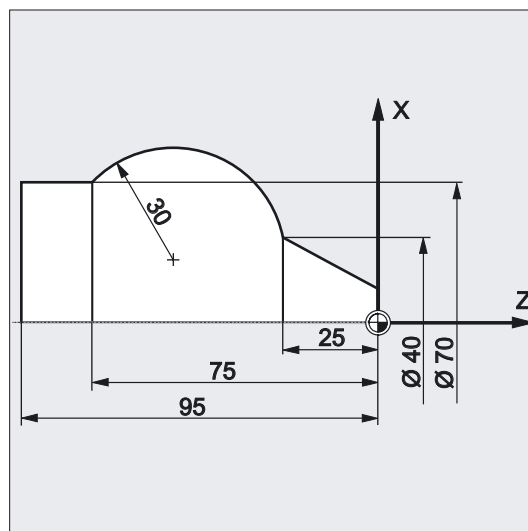
```
N10 G0 X67.5 Y80.511  
N20 G3 X17.203 Y38.029 CR=34.913 F500
```



Beispiel: Drehen

Kreisprogrammierung mit Radius und Endpunkt

```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2  
N130 G3 X70 Z-75 CR=30  
N135 G1 Z-95
```



9.5.4 Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR)

Funktion

Die Kreisbewegung wird beschrieben durch

- den Öffnungswinkel AR= und
- den Endpunkt in kartesischen Koordinaten X, Y, Z oder
- den Kreismittelpunkt unter den Adressen I, J, K

Syntax

G2/G3 X... Y... Z... AR=
G2/G3 I... J... K... AR=

Bedeutung

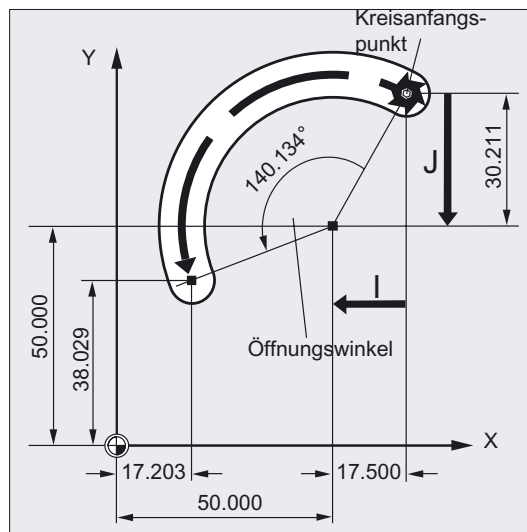
G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I J K	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten (in Richtung X, Y, Z)
	Dabei bedeuten:
	I: Koordinate des Kreismittelpunktes in X-Richtung
	J: Koordinate des Kreismittelpunktes in Y-Richtung
	K: Koordinate des Kreismittelpunktes in Z-Richtung
AR=	Öffnungswinkel, Wertebereich 0° bis 360°
=AC (...)	Absolutmaßangabe (satzweise wirksam)

Hinweis

Vollkreise (Verfahrwinkel 360°) können nicht mit AR=, sondern müssen über Kreisendpunkt und Interpolationsparameter programmiert werden. Die Mittelpunktkoordinaten I, J, K werden standardmäßig im Kettenmaß bezogen auf den Kreisanzugspunkt eingegeben.

Die absolute Mittelpunktangabe bezogen auf den Werkstücknullpunkt programmieren Sie satzweise mit: I=AC(...), J=AC(...), K=AC(...). Ein Interpolationsparameter I, J, K mit Wert 0 kann entfallen, der zugehörige zweite Parameter muss in jedem Fall angegeben werden.

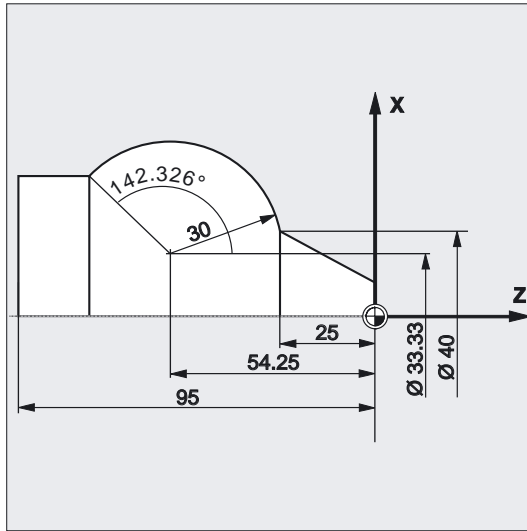
Beispiel Fräsen



Kreisprogrammierung mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt oder Endpunkt

```
N10 G0 X67.5 Y80.211  
N20 G3 X17.203 Y38.029 AR=140.134 F500  
N20 G3 I-17.5 J-30.211 AR=140.134 F500
```

Beispiel Drehen



Kreisprogrammierung mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt oder Endpunkt

```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2  
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944  
N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944  
N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944  
N135 G1 Z-95
```

9.5.5 Kreisinterpolation mit Polarkoordinaten (G2/G3, AP, RP)

Funktion

Die Kreisbewegung wird beschrieben durch

- den Polarwinkel AP=
- und den Polarradius RP=

Hierbei gilt folgende Vereinbarung:

Der Pol liegt im Kreismittelpunkt.

Der Polarradius entspricht dem Kreisradius.

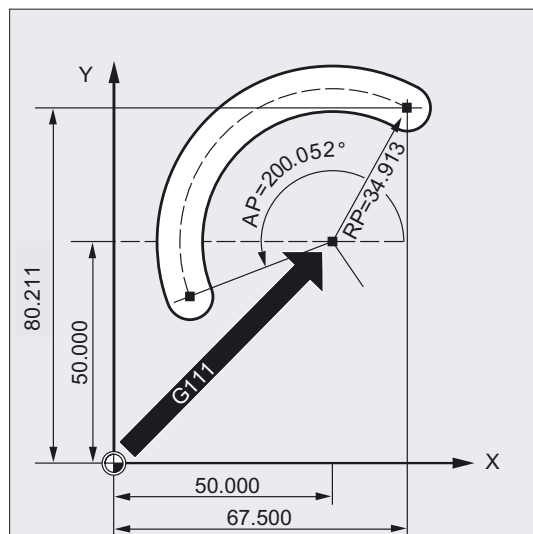
Syntax

G2/G3 AP= RP=

Bedeutung

G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
AP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarwinkel
RP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarradius entspricht Kreisradius

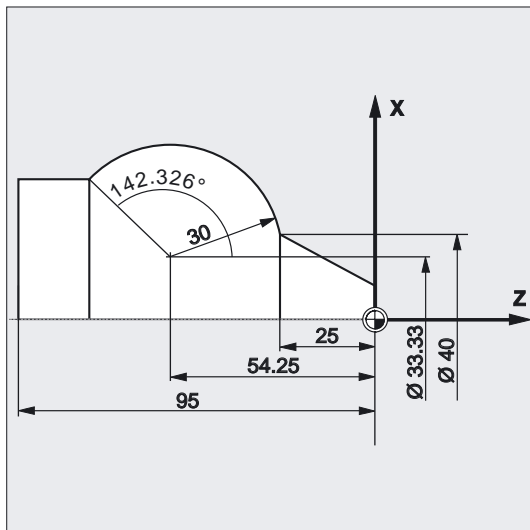
Beispiel Fräsen



Kreisprogrammierung mit Polarkoordinaten

```
N10 G0 X67.5 Y80.211  
N20 G111 X50 Y50  
N30 G3 RP=34.913 AP=200.052 F500
```

Beispiel Drehen



Kreisprogrammierung mit Polarkoordinaten

```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2  
N130 G111 X33.33 Z-54.25  
N135 G3 RP=30 AP=142.326  
N140 G1 Z-95
```

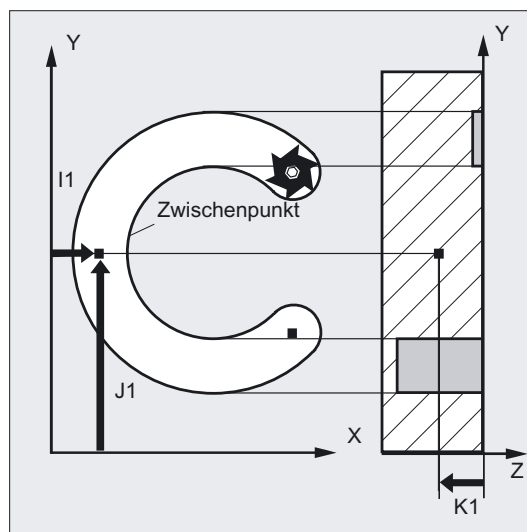

9.5.6 Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...)

Funktion

Mit CIP können Sie Kreisbögen programmieren, die auch schräg im Raum liegen können. In diesem Fall beschreiben Sie Zwischen- und Endpunkt mit drei Koordinaten.

Die Kreisbewegung wird beschrieben durch

- den Zwischenpunkt unter den Adressen I1=, J1=, K1= und
- den Endpunkt in kartesischen Koordinaten X, Y, Z.



Die Verfahrrichtung ergibt sich aus der Reihenfolge Anfangspunkt, Zwischenpunkt, Endpunkt.

Syntax

```
CIP X... Y... Z... I1=AC (...) J1=AC (...) K1=(AC...)
```

Bedeutung

CIP	Kreisinterpolation über Zwischenpunkt
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten. Diese Angaben sind abhängig von den Wegbefehlen G90/G91 bzw. ...=AC(...)/...=IC(..)
I1= J1= K1=	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten (in Richtung X, Y, Z) Dabei bedeuten: I: Koordinate des Kreismittelpunktes in X-Richtung J: Koordinate des Kreismittelpunktes in Y-Richtung K: Koordinate des Kreismittelpunktes in Z-Richtung
=AC(...)	Absolutmaßangabe (satzweise wirksam)
=IC(...)	Kettenmaßangabe (satzweise wirksam)

Hinweis

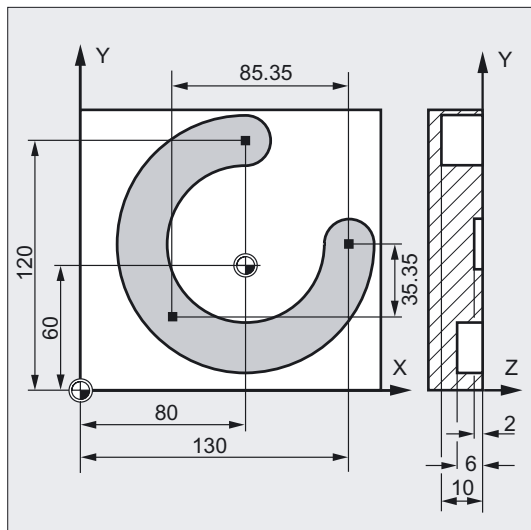
CIP ist modal wirksam.

Eingabe im Absolut- und Kettenmaß

Die Voreinstellungen G90/G91 Absolut- oder Kettenmaß sind für Zwischen- und Kreisendpunkt gültig.

Bei G91 gilt für Zwischen- und Endpunkt der Kreisanzfangspunkt als Bezug.

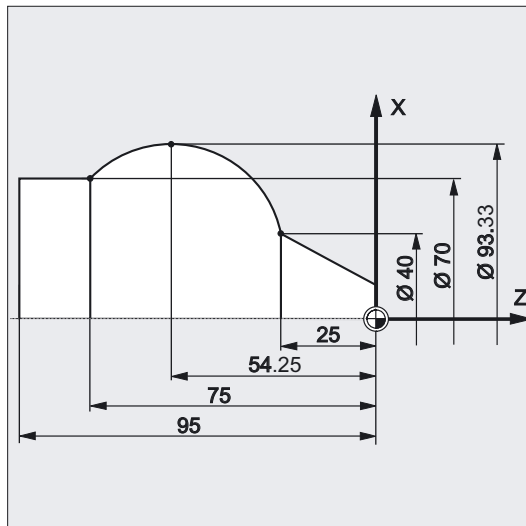
Beispiel Fräsen



Für die Herstellung einer schräg im Raum liegenden Kreisnut wird ein Kreis über Zwischenpunktangabe mit 3 Interpolationsparametern und Endpunkt mit ebenfalls 3 Koordinaten beschrieben.

Programmcode	Kommentar
N10 G0 G90 X130 Y60 S800 M3	; Startpunkt anfahren
N20 G17 G1 Z-2 F100	; Zustellen des Werkzeugs
N30 CIP X80 Y120 Z-10	; Kreisendpunkt und Zwischenpunkt:
I1= IC(-85.35)J1=IC(-35.35)	; Koordinaten für alle 3 Geometrieachsen
K1=-6	
N40 M30	; Programmende

Beispiel Drehen



Programmcode	Kommentar
N125 G1 X40 Z-25 F0.2	;
N130 CIP X70 Z-75 I1=IC(26.665) K1=IC(-29.25)	;
N130 CIP X70 Z-75 I1=93.33 K1=-54.25	;
N135 G1 Z-95	;

9.5.7 Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT, X... Y... Z...)

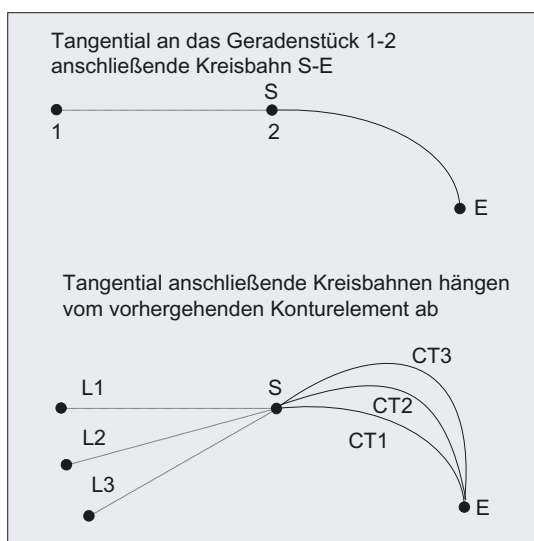
Funktion

Die Funktion Tangentialkreis ist eine Erweiterung der Kreisprogrammierung.

Der Kreis wird dabei definiert durch

- Start- und Endpunkt und
- die Tangentenrichtung im Startpunkt.

Mit dem G-Code CT wird ein Kreisbogen erzeugt, der tangential an das zuvor programmierte Konturelement anschließt.



Bestimmung Tangentenrichtung

Die Tangentenrichtung im Startpunkt eines CT-Satzes wird aus der Endtangente der programmierten Kontur des letzten Vorgängersatzes mit einer Verfahrbewegung bestimmt.

Zwischen diesem Satz und dem aktuellen Satz können beliebig viele Sätze ohne Verfahrinformation liegen.

Syntax

CT X... Y... Z...

Bedeutung

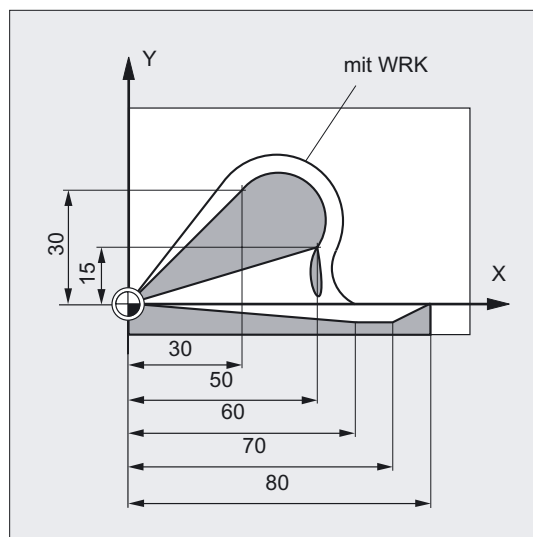
CT	Kreis mit tangentialem Übergang
X... Y... Z...	Endpunkt in kartesischen Koordinaten

Hinweis

CT ist modal wirksam.

In der Regel ist durch die Tangentenrichtung sowie Start- und Endpunkt der Kreis eindeutig bestimmt.

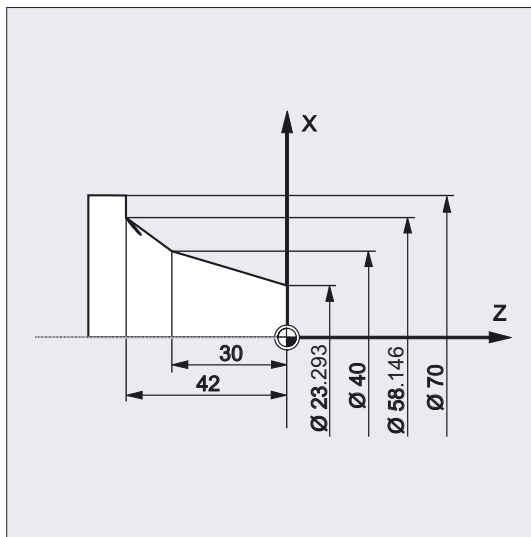
Beispiel Fräsen



Kreisbogen mit CT im Anschluss an Geradenstück fräsen:

Programmcode	Kommentar
N10 G0 X0 Y0 Z0 G90 T1 D1	
N20 G41 X30 Y30 G1 F1000	; Einschalten der WRK
N30 CT X50 Y15	; Kreisprogrammierung mit tangentialem Übergang
N40 X60 Y-5	
N50 G1 X70	
N60 G0 G40 X80 Y0 Z20	
N70 M30	

Beispiel Drehen



Programmcode	Kommentar
N110 G1 X23.293 Z0 F10	
N115 X40 Z-30 F0.2	
N120 CT X58.146 Z-42	; Kreisprogrammierung mit tangentialem Übergang
N125 G1 X70	

Beschreibung

Bei Splines wird die Tangentialrichtung durch die Gerade durch die letzten beiden Punkte bestimmt. Diese Richtung ist bei A- und C-Splines bei aktivem ENAT oder EAUTO im allgemeinen nicht mit der Richtung im Endpunkt des Splines identisch.

Der Übergang von B-Splines ist immer tangential, wobei die Tangentenrichtung wie bei A- oder C-Splines und aktivem ETAN definiert ist.

Framewechsel

Findet zwischen dem die Tangente definierenden Satz und dem CT-Satz ein Framewechsel statt, so wird die Tangente diesem Wechsel unterworfen.

Grenzfall

Verläuft die Verlängerung der Starttangente durch den Endpunkt, wird statt eines Kreises eine Gerade erzeugt (Grenzfall eines Kreises mit unendlichem Radius). In diesem Spezialfall darf TURN entweder nicht programmiert sein oder es muss TURN=0 gelten.

Hinweis

Bei der Annäherung an diesen Grenzfall entstehen Kreise mit beliebig großem Radius, so dass bei TURN ungleich 0 die Bearbeitung in der Regel mit einem Alarm wegen der Verletzung der Softwarelimits abgebrochen werden wird.

Lage der Kreisebene

Die Lage der Kreisebene ist von der aktiven Ebene (G17-G19) abhängig.

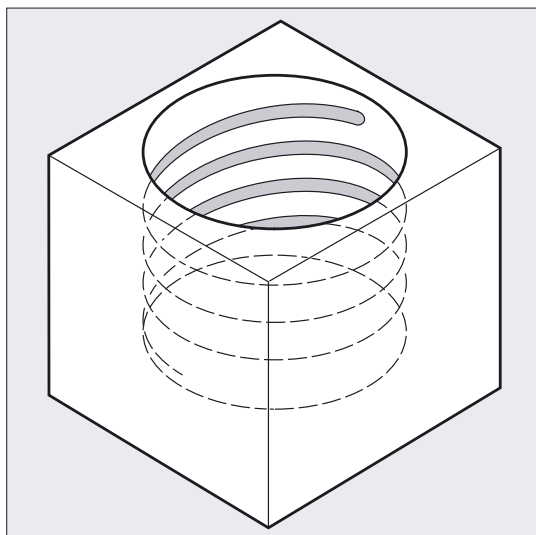
Liegt die Tangente des Vorgängersatzes nicht in der aktiven Ebene, so wird deren Projektion in die aktive Ebene verwendet.

Haben Start- und Endpunkt nicht die gleiche Positionskomponente senkrecht zur aktiven Ebene, wird statt eines Kreises eine Helix erzeugt.

9.6 Schraubenlinien-Interpolation (G2/G3, TURN)

Funktion "

Die Schraubenlinieninterpolation (Helixinterpolation) ermöglicht zum Beispiel die Herstellung von Gewinden oder Schmiernuten.



Bei der Schraubenlinieninterpolation werden zwei Bewegungen überlagert und parallel ausgeführt:

- eine ebene Kreisbewegung, der
- eine senkrechte Linearbewegung überlagert wird.

Syntax

```
G2/G3 X... Y... Z... I... J... K... TURN=  
G2/G3 X... Y... Z... I... J... K... TURN=  
G2/G3 AR=... I... J... K... TURN=  
G2/G3 AR=... X... Y... Z... TURN=  
G2/G3 AP... RP=... TURN=
```

Bedeutung

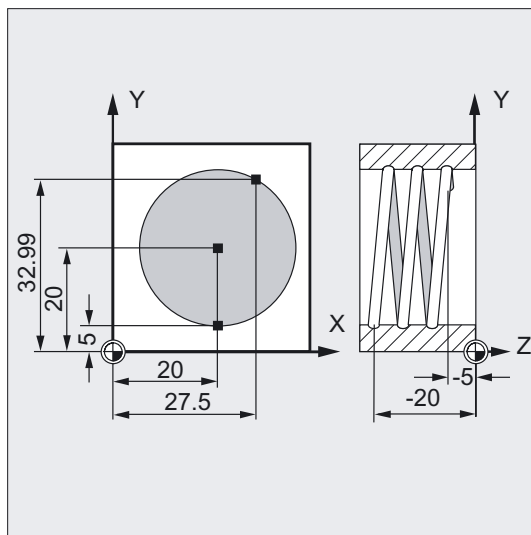
G2	Fahren auf einer Kreisbahn im Uhrzeigersinn
G3	Fahren auf einer Kreisbahn gegen den Uhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I J K	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten

AR	Öffnungswinkel
TURN=	Anzahl der zusätzlichen Kreisdurchläufe im Bereich von 0 bis 999
AP=	Polarwinkel
RP=	Polarradius

Hinweis

G2 und G3 sind modal wirksam.

Die Kreisbewegung wird in den Achsen ausgeführt, die durch die Angabe der Arbeitsebene festgelegt sind.

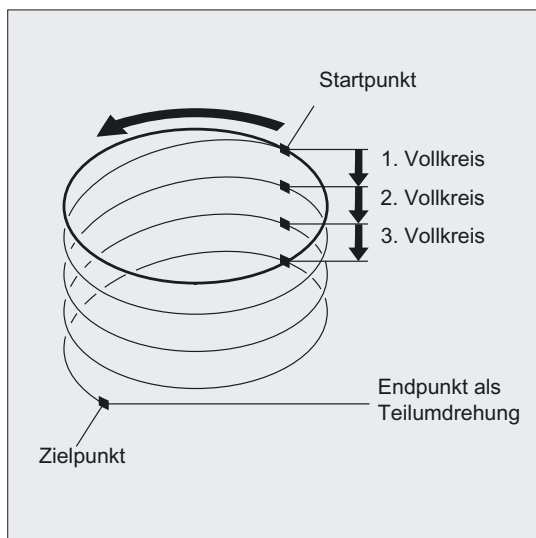
Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 G17 G0 X27.5 Y32.99 Z3	; Anfahren der Startposition
N20 G1 Z-5 F50	; Zustellen des Werkzeugs
N30 G3 X20 Y5 Z-20 I=AC(20) J=AC(20) TURN=2	; Schraubenlinie mit den Angaben: Ab Startposition 2 Vollkreise ausführen, dann Endpunkt anfahren
N40 M30	; Programmende

Bewegungsfolge

1. Startpunkt anfahren
2. Mit TURN= programmierte Vollkreise ausführen
3. Kreisendpunkt anfahren, z. B. als Teilumdrehung
4. Punkt 2 und 3 über die Zustelltiefe ausführen.

Aus der Anzahl der Vollkreise plus programmierten Kreisendpunkt (ausgeführt über der Zustelltiefe), ergibt sich die Steigung, mit der die Schraubenlinie gefertigt werden soll.



Programmierung des Endpunkts Schraubenlinieninterpolation

Für detaillierte Erklärungen der Interpolationsparameter siehe Kreisinterpolation.

Programmierter Vorschub

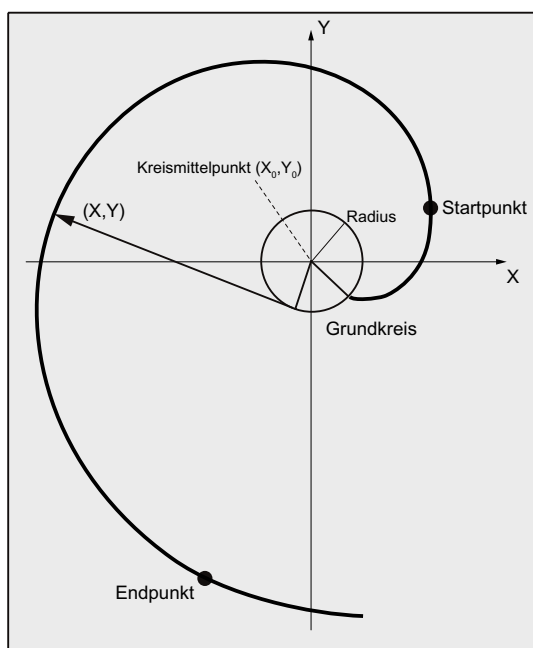
Bei der Schraubenlinieninterpolation empfiehlt sich die Angabe einer programmierten Vorschubkorrektur (CFC). Mit FGROUP kann festgelegt werden, welche Achsen mit programmiertem Vorschub verfahren sollen. Mehr Informationen siehe Kapitel Bahnverhalten.

9.7 Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW)

Funktion

Die Evolvente des Kreises ist eine Kurve, die vom Endpunkt eines fest gespannten, von einem Kreis abgewickelten Fadens beschrieben wird.

Die Evolventen-Interpolation ermöglicht Bahnkurven entlang einer Evolvente. Sie wird in der Ebene ausgeführt, in welcher der Grundkreis definiert ist und verläuft vom programmierten Startpunkt zum programmierten Endpunkt.



Die Programmierung des Endpunkts kann auf zwei Arten erfolgen:

1. Direkt über kartesische Koordinaten
2. Indirekt durch Angabe eines Öffnungswinkels (vgl. hierzu auch die Programmierung des Öffnungswinkels bei der Kreisprogrammierung)

Liegen Start und Endpunkt nicht in der Ebene des Grundkreises, ergibt sich analog zur Schraubenlinien-Interpolation bei Kreisen eine Überlagerung zu einer Kurve im Raum.

Bei zusätzlicher Vorgabe von Bahnwegen senkrecht zur aktiven Ebene kann (vergleichbar zur Schraubenlinien-Interpolation bei Kreisen) eine Evolvente im Raum verfahren werden.

Syntax

```

INVCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
INVCCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
INVCW I... J... K... CR=... AR=...
INVCCW I... J... K... CR=... AR=...

```

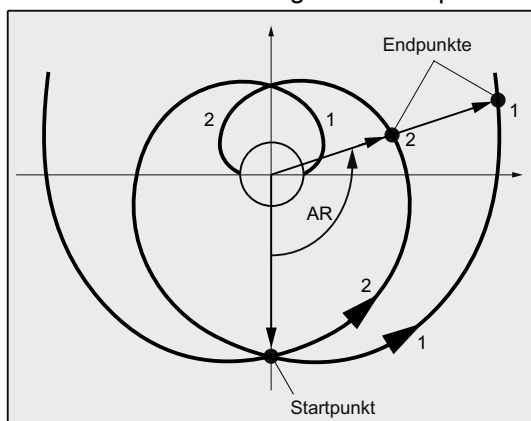
Bedeutung

INVCW	Befehl zum Fahren auf einer Evolvente im Uhrzeigersinn
INVCCW	Befehl zum Fahren auf einer Evolvente gegen den Uhrzeigersinn
X... Y... Z...	Direkte Programmierung des Endpunkts in kartesischen Koordinaten
I... J... K...	Interpolationsparameter zur Beschreibung des Mittelpunkts des Grundkreises in kartesischen Koordinaten
	Hinweis: Die Koordinatenangaben beziehen sich auf den Startpunkt der Evolvente.
CR=...	Radius des Grundkreises
AR=...	Indirekte Programmierung des Endpunkts durch Angabe eines Öffnungswinkels (Drehwinkels) Der Ursprung des Öffnungswinkels ist die Gerade vom Kreismittelpunkt zum Startpunkt.
AR > 0	Die Bahn auf der Evolventen bewegt sich vom Grundkreis weg .
AR < 0	Die Bahn auf der Evolventen bewegt sich zum Grundkreis hin . Für AR < 0 ist der maximale Drehwinkel dadurch beschränkt, dass der Endpunkt immer außerhalb des Grundkreises liegen muss.

ACHTUNG

Bei der indirekten Programmierung des Endpunkts durch Angabe des Öffnungswinkels AR ist das Vorzeichen des Winkels zu beachten, da ein Vorzeichenwechsel eine andere Evolvente und damit eine andere Bahn zur Folge hätte.

Dies soll anhand des folgenden Beispiels verdeutlicht werden:



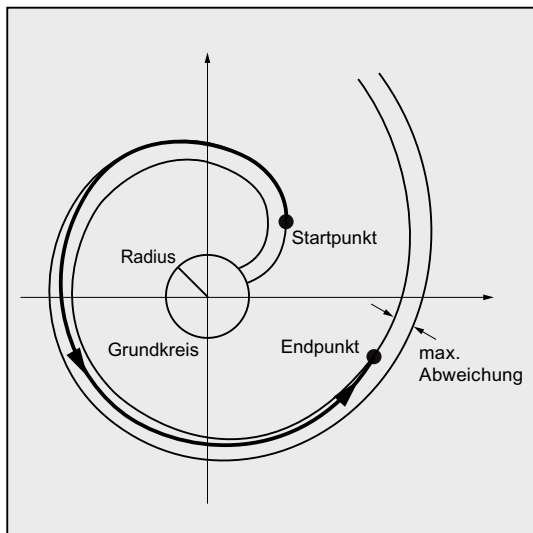
Für Evolvente 1 und 2 stimmen die Angaben von Radius und Mittelpunkt des Grundkreises, sowie des Startpunkts und des Drehsinns (INV CW / INV CCW) überein. Der einzige Unterschied besteht im Vorzeichen des Öffnungswinkels:

- Mit $AR > 0$ bewegt sich die Bahn auf der Evolvente 1 und es wird Endpunkt 1 angefahren.
- Mit $AR < 0$ bewegt sich die Bahn auf der Evolvente 2 und es wird Endpunkt 2 angefahren.

Randbedingungen

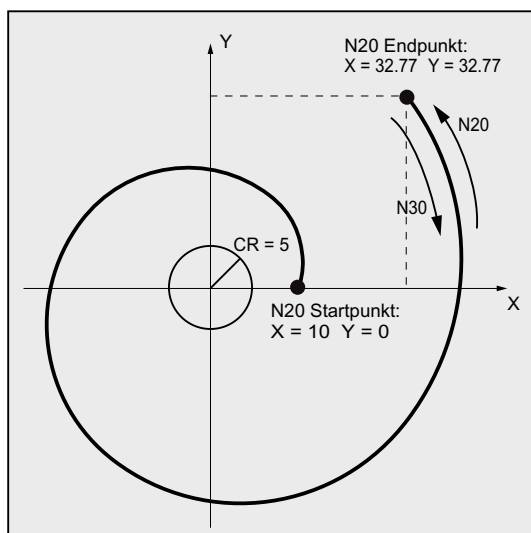
- Sowohl der Startpunkt als auch der Endpunkt müssen außerhalb der Fläche des Grundkreises der Evolvente (Kreis mit Radius CR um den durch I, J, K festgelegten Mittelpunkt) liegen. Trifft diese Bedingung nicht zu, wird ein Alarm generiert und die Programmverarbeitung abgebrochen.
- Die beiden Möglichkeiten zur Programmierung des Endpunkts (direkt über kartesische Koordinaten oder indirekt über die Angabe eines Öffnungswinkels) schließen sich gegenseitig aus. In einem Satz darf daher nur eine der beiden Programmiermöglichkeiten verwendet werden.

- Falls der programmierte Endpunkt nicht exakt auf der durch den Startpunkt und Grundkreis festgelegten Evolventen liegt, wird zwischen den beiden Evolventen, die durch den Startpunkt bzw. den Endpunkt definiert sind, interpoliert (siehe folgende Abbildung).



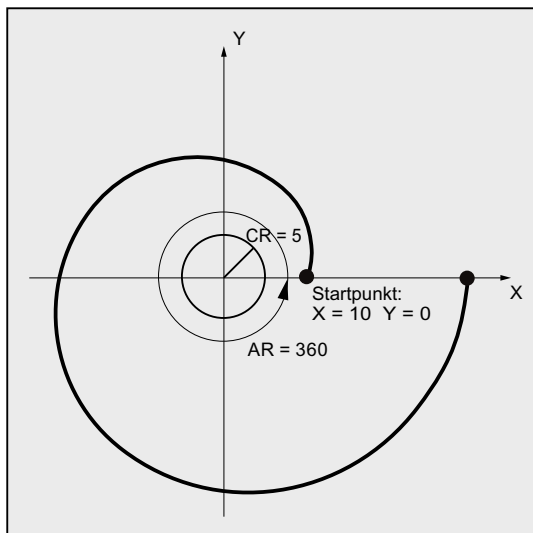
Die maximale Abweichung des Endpunkts wird durch ein Maschinendatum festgelegt (→ Maschinenhersteller!). Wenn die Abweichung des programmierten Endpunkts in radialer Richtung größer ist als der durch dieses MD festgelegte Wert, dann wird ein Alarm generiert und die Programmverarbeitung abgebrochen.

Beispiele

Beispiel 1: Linksdrehende Evolvente vom Startpunkt zum programmierten Endpunkt und als rechtsdrehende Evolvente wieder zurück


Programmcode	Kommentar
N10 G1 X10 Y0 F5000	; Anfahren der Startposition.
N15 G17	; Anwahl der X/Y-Ebene als Arbeitsebene.
N20 INVCCW X32.77 Y32.77 CR=5 I-10 J0	; Evolvente gegen den Uhrzeigersinn, Endpunkt in kartesischen Koordinaten.
N30 INVCW X10 Y0 CR=5 I-32.77 J-32.77	; Evolvente im Uhrzeigersinn, Startpunkt ist Endpunkt aus N20, neuer Endpunkt ist Startpunkt aus N20, neuer Kreismittelpunkt bezieht sich auf neuen Startpunkt und ist gleich dem alten Kreismittelpunkt.
...	

Beispiel 2: Linksdrehende Evolvente mit indirekter Programmierung des Endpunkts durch Angabe eines Öffnungswinkels



Programmcode	Kommentar
N10 G1 X10 Y0 F5000	; Anfahren der Startposition.
N15 G17	; Anwahl der X/Y-Ebene als Arbeitsebene.
N20 INVCCW CR=5 I-10 J0 AR=360	; Evolvente gegen den Uhrzeigersinn und weg vom Grundkreis (da positive Winkelangabe) mit einer vollen Umdrehung (360 Grad).
...	

Literatur

Weitere Informationen zu den im Zusammenhang mit Evolventen-Interpolation bedeutsamen Maschinendaten und Randbedingungen siehe:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Diverse NC/PLC-Nahtstellensignale und Funktionen (A2), Kapitel: "Einstellungen für Evolventen-Interpolation"

9.8 Konturzüge

Funktion

Die Konturzug-Programmierung dient der schnellen Eingabe einfacher Konturen.

Programmierbar sind Konturzüge mit 1, 2, 3 oder mehr Punkten mit den Übergangselementen Fase oder Rundung durch Angabe von kartesischen Koordinaten und / oder Winkeln.

In den Sätzen, die Konturzüge beschreiben, können beliebige weitere NC-Adressen verwendet werden wie z. B. Adressbuchstaben für weitere Achsen (Einzelachsen oder Achse senkrecht zur Bearbeitungsebene), Hilfsfunktionsangaben, G-Codes, Geschwindigkeiten usw.

Hinweis

Konturrechner

Die Konturzug-Programmierung kann auf einfache Art und Weise auch mit Hilfe des Konturrechners erfolgen. Dabei handelt es sich um ein Werkzeug der Bedienoberfläche, das die Programmierung und grafische Darstellung einfacher und komplexer Werkstückkonturen ermöglicht. Die über den Konturrechner programmierten Konturen werden in das Teileprogramm übernommen.

Literatur:

Bedienhandbuch

Parametrierung

Die Bezeichner für Winkel, Radius und Fase werden über Maschinendaten definiert:

MD10652 \$MN_CONTOUR_DEF_ANGLE_NAME (Name des Winkels für Konturzüge)

MD10654 \$MN_RADIUS_NAME (Name des Radius für Konturzüge)

MD10656 \$MN_CHAMFER_NAME (Name der Fase für Konturzüge)

Hinweis

Siehe Angaben des Maschinenherstellers.

9.8.1 Konturzüge: Eine Gerade (ANG)

Hinweis

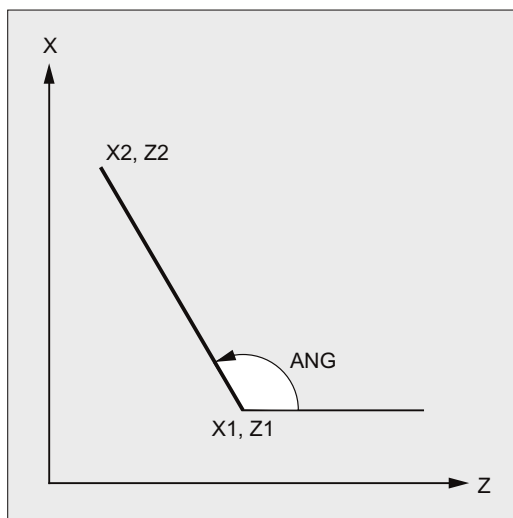
In der folgenden Beschreibung wird von davon ausgegangen, dass:

- G18 aktiv ist (\Rightarrow aktive Arbeitsebene ist die Z/X-Ebene).
(Die Programmierung von Konturzügen ist jedoch ohne Einschränkungen auch bei G17 oder G19 möglich.)
 - für Winkel, Radius und Fase folgende Bezeichner definiert sind:
 - ANG (Winkel)
 - RND (Radius)
 - CHR (Fase)
-

Funktion

Der Endpunkt der Geraden wird definiert durch folgende Angaben:

- Winkel ANG
- **Eine** kartesische Endpunkt-Koordinate (X2 oder Z2)



ANG	Winkel der Geraden
X1, Z1	Anfangskordinaten
X2, Z2	Endpunktkordinaten der Geraden

Syntax

X... ANG=...
Z... ANG=...

Bedeutung

X... Endpunktkoordinate in X-Richtung
Z... Endpunktkoordinate in Z-Richtung
ANG Bezeichner zur Winkel-Programmierung
Der angegebene Wert (Winkel) bezieht sich auf die Abszisse der aktiven Arbeitsebene (Z-Achse bei G18).

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 X5 Z70 F1000 G18	; Anfahren der Startposition
N20 X88.8 ANG=110	; Gerade mit Winkelangabe
N30 ...	

Bzw.:

Programmcode	Kommentar
N10 X5 Z70 F1000 G18	; Anfahren der Startposition
N20 Z39.5 ANG=110	; Gerade mit Winkelangabe
N30 ...	

9.8.2 Konturzüge: Zwei Geraden (ANG)

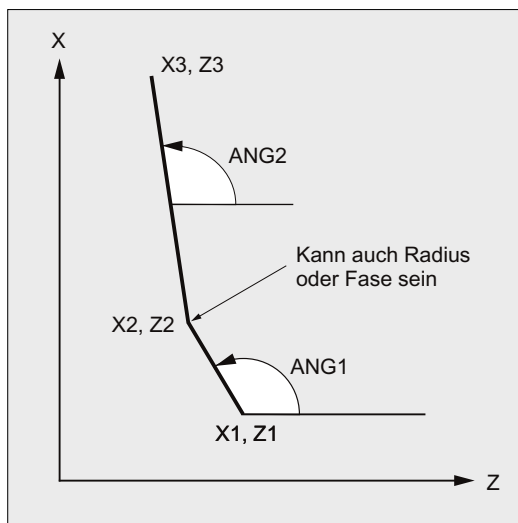
Hinweis

In der folgenden Beschreibung wird von davon ausgegangen, dass:

- G18 aktiv ist (\Rightarrow aktive Arbeitsebene ist die Z/X-Ebene).
(Die Programmierung von Konturzügen ist jedoch ohne Einschränkungen auch bei G17 oder G19 möglich.)
 - für Winkel, Radius und Fase folgende Bezeichner definiert sind:
 - ANG (Winkel)
 - RND (Radius)
 - CHR (Fase)
-

Funktion

Der Endpunkt der ersten Geraden kann durch Angabe der kartesischen Koordinaten oder durch Angabe der Winkel der beiden Geraden programmiert werden. Der Endpunkt der zweiten Geraden muss immer kartesisch programmiert werden. Der Schnittpunkt der beiden Geraden kann als Ecke, Rundung oder als Fase ausgeführt werden.



ANG1	Winkel der ersten Geraden
ANG2	Winkel der zweiten Geraden
X1, Z1	Anfangskoordinaten der ersten Geraden
X2, Z2	Endpunktkoordinaten der ersten Geraden bzw. Anfangskoordinaten der zweiten Geraden
X3, Z3	Endpunktkoordinaten der zweiten Geraden

Syntax

1. Programmierung des Endpunkts der ersten Geraden durch Angabe der Winkel

- Ecke als Übergang zwischen den Geraden:

```
ANG=...  
X... Z... ANG=...
```

- Rundung als Übergang zwischen den Geraden:

```
ANG=... RND=...  
X... Z... ANG=...
```

- Fase als Übergang zwischen den Geraden:

```
ANG=... CHR=...  
X... Z... ANG=...
```

2. Programmierung des Endpunkts der ersten Geraden durch Angabe der Koordinaten

- Ecke als Übergang zwischen den Geraden:

```
X... Z...  
X... Z...
```

- Rundung als Übergang zwischen den Geraden:

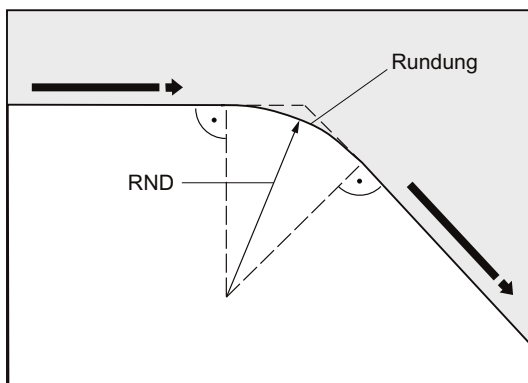
```
X... Z... RND=...  
X... Z...
```

- Fase als Übergang zwischen den Geraden:

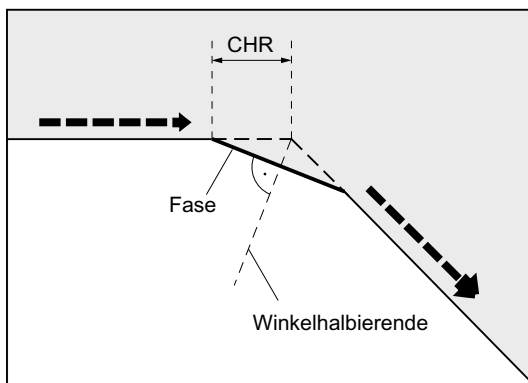
```
X... Z... CHR=...  
X... Z...
```

Bedeutung

- ANG= . . . Bezeichner zur Winkel-Programmierung
Der angegebene Wert (Winkel) bezieht sich auf die Abszisse der aktiven Arbeitsebene (Z-Achse bei G18).
- RND= . . . Bezeichner zur Programmierung einer Rundung
Der angegebene Wert entspricht dem Radius der Rundung:



- CHR= . . . Bezeichner zur Programmierung einer Fase
Der angegebene Wert entspricht der Breite der Fase in der Bewegungsrichtung:



- X . . . Koordinaten in X-Richtung
Z . . . Koordinaten in Z-Richtung

Hinweis

Weiterführende Informationen zur Programmierung einer Fase oder Rundung siehe " Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Seite 278) ".

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 X10 Z80 F1000 G18	; Anfahren der Startposition
N20 ANG=148.65 CHR=5.5	; Gerade mit Winkel- und Fasenangabe
N30 X85 Z40 ANG=100	; Gerade mit Winkel- und Endpunktangabe
N40 ...	

9.8.3 Konturzüge: Drei Geraden (ANG)

Hinweis

In der folgenden Beschreibung wird von davon ausgegangen, dass:

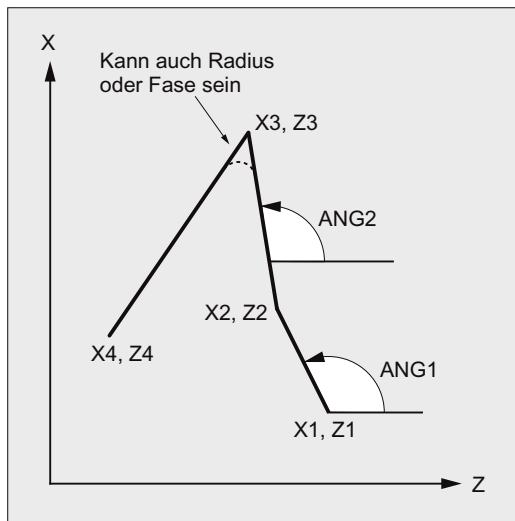
- G18 aktiv ist (⇒ aktive Arbeitsebene ist die Z/X-Ebene).
(Die Programmierung von Konturzügen ist jedoch ohne Einschränkungen auch bei G17 oder G19 möglich.)
 - für Winkel, Radius und Fase folgende Bezeichner definiert sind:
 - ANG (Winkel)
 - RND (Radius)
 - CHR (Fase)
-

Funktion

Der Endpunkt der ersten Geraden kann durch Angabe der kartesischen Koordinaten oder durch Angabe der Winkel der beiden Geraden programmiert werden. Der Endpunkt der zweiten und dritten Geraden muss immer kartesisch programmiert werden. Der Schnittpunkt der Geraden kann als Ecke, Rundung oder als Fase ausgeführt werden.

Hinweis

Die hier für einen 3-Punkt-Konturzug erläuterte Programmierung kann für Konturzüge mit mehr als drei Punkten beliebig fortgesetzt werden.



- ANG1 Winkel der ersten Geraden
- ANG2 Winkel der zweiten Geraden
- X1, Z1 Anfangskordinaten der ersten Geraden
- X2, Z2 Endpunktkordinaten der ersten Geraden bzw. Anfangskordinaten der zweiten Geraden
- X3, Z3 Endpunktkordinaten der zweiten Geraden bzw. Anfangskordinaten der dritten Geraden
- X4, Z4 Endpunktkordinaten der dritten Geraden

Syntax

1. Programmierung des Endpunkts der ersten Geraden durch Angabe der Winkel

- Ecke als Übergang zwischen den Geraden:

```
ANG=...  
X... Z... ANG=...  
X... Z...
```

- Rundung als Übergang zwischen den Geraden:

```
ANG=... RND=...  
X... Z... ANG=... RND=...  
X... Z...
```

- Fase als Übergang zwischen den Geraden:

```
ANG=... CHR=...  
X... Z... ANG=... CHR=...  
X... Z...
```

2. Programmierung des Endpunkts der ersten Geraden durch Angabe der Koordinaten

- Ecke als Übergang zwischen den Geraden:

```
X... Z...  
X... Z...  
X... Z...
```

- Rundung als Übergang zwischen den Geraden:

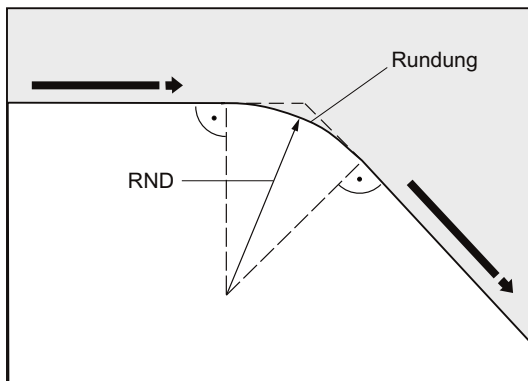
```
X... Z... RND=...  
X... Z... RND=...  
X... Z...
```

- Fase als Übergang zwischen den Geraden:

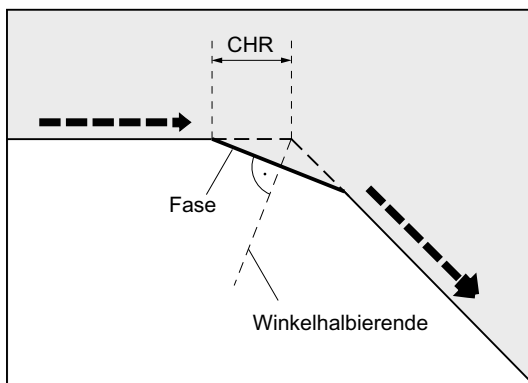
```
X... Z... CHR=...  
X... Z... CHR=...  
X... Z...
```

Bedeutung

- ANG= . . . Bezeichner zur Winkel-Programmierung
Der angegebene Wert (Winkel) bezieht sich auf die Abszisse der aktiven Arbeitsebene (Z-Achse bei G18).
- RND= . . . Bezeichner zur Programmierung einer Rundung
Der angegebene Wert entspricht dem Radius der Rundung:



- CHR= . . . Bezeichner zur Programmierung einer Fase
Der angegebene Wert entspricht der Breite der Fase in der Bewegungsrichtung:



- X . . . Koordinaten in X-Richtung
Z . . . Koordinaten in Z-Richtung

Hinweis

Weiterführende Informationen zur Programmierung einer Fase oder Rundung siehe " Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) ".

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 X10 Z100 F1000 G18	; Anfahren der Startposition
N20 ANG=140 CHR=7,5	; Gerade mit Winkel- u. Fasenangabe
N30 X80 Z70 ANG=95.824 RND=10	; Gerade auf Zwischenpunkt mit Winkel- u. Rundungsangabe
N40 X70 Z50	; Gerade auf Endpunkt

9.8.4 Konturzüge: Endpunktprogrammierung mit Winkel

Funktion

Erscheint in einem NC-Satz der Adressbuchstabe A, so dürfen zusätzlich keine, ein oder beide Achsen der aktiven Ebene programmiert sein.

Anzahl der programmierten Achsen

- Ist **keine Achse** der aktiven Ebene programmiert, so handelt es sich entweder um den ersten oder um den zweiten Satz eines Konturzugs, der aus zwei Sätzen besteht. Ist es der zweite Satz eines solchen Konturzugs, so bedeutet das, dass Start- und Endpunkt in der aktiven Ebene identisch sind. Der Konturzug besteht dann allenfalls aus einer Bewegung senkrecht zur aktiven Ebene.
- Ist **genau eine Achse** der aktiven Ebene programmiert, so handelt es sich entweder um eine einzelne Gerade, deren Endpunkt eindeutig aus dem Winkel und der programmierten kartesischen Koordinate bestimmt ist, oder um den zweiten Satz eines aus zwei Sätzen bestehenden Konturzugs. Im zweiten Fall wird die fehlende Koordinate gleich der letzten erreichten (modalen) Position gesetzt.
- Sind **zwei Achsen** der aktiven Ebene programmiert, handelt es sich um den zweiten Satz eines Konturzugs, der aus zwei Sätzen besteht. Ging dem aktuellen Satz kein Satz mit Winkelprogrammierung ohne programmierte Achsen der aktiven Ebene voraus, so ist ein solcher Satz nicht zulässig.

Der Winkel A darf nur bei Linear- oder Splineinterpolation programmiert werden.

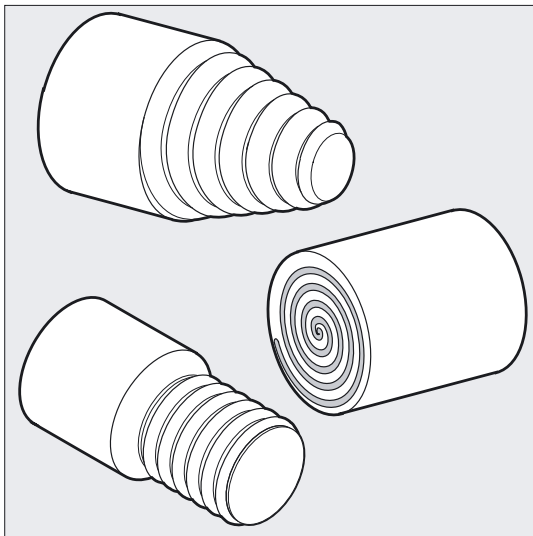
9.9 Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33)

9.9.1 Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF)

Funktion

Mit G33 lassen sich Gewinde mit konstanter Steigung fertigen:

- Zylindergewinde
- Plangewinde
- Kegeligewinde

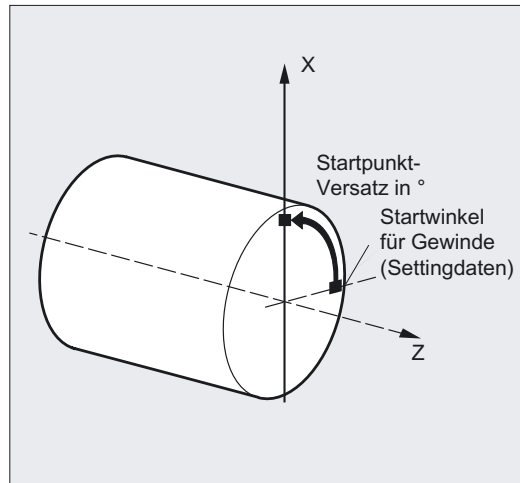


Hinweis

Technische Voraussetzung für das Gewindeschneiden mit G33 ist eine drehzahlgeregelte Spindel mit Wegmesssystem.

Mehrgängige Gewinde

Mehrgängige Gewinde (Gewinde mit versetzten Schnitten) können durch die Angabe eines Startpunktversatzes hergestellt werden. Die Programmierung erfolgt im G33-Satz unter der Adresse SF.

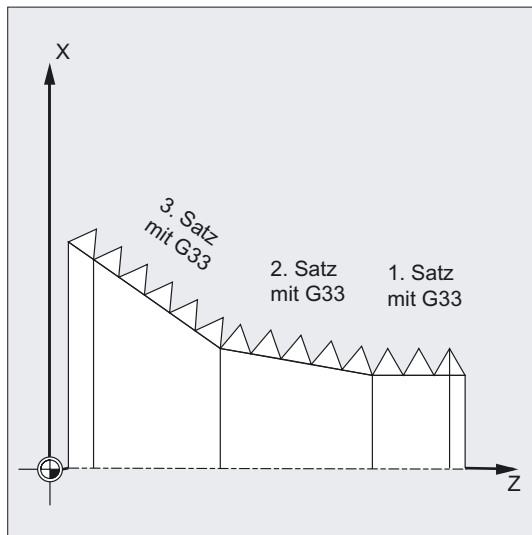


Hinweis

Falls kein Startpunktversatz angegeben ist, wird der in den Settingdaten festgelegte "Startwinkel für Gewinde" verwendet.

Gewindekette

Durch mehrere, nacheinander programmierte G33-Sätze kann eine Gewindekette gefertigt werden:



Hinweis

Mit Bahnsteuerbetrieb G64 werden die Sätze durch vorausschauende Geschwindigkeitsführung so miteinander verbunden, dass keine Geschwindigkeitssprünge entstehen.

Drehrichtung des Gewindes

Die Drehrichtung des Gewindes wird durch die Drehrichtung der Spindel bestimmt:

- Rechtslauf mit M3 erzeugt Rechtsgewinde
- Linkslauf mit M4 erzeugt Linksgewinde

Syntax

Zylindergewinde:

G33 Z... K...
G33 Z... K... SF=...

Plangewinde:

G33 X... I...
G33 X... I... SF=...

Kegelgewinde:

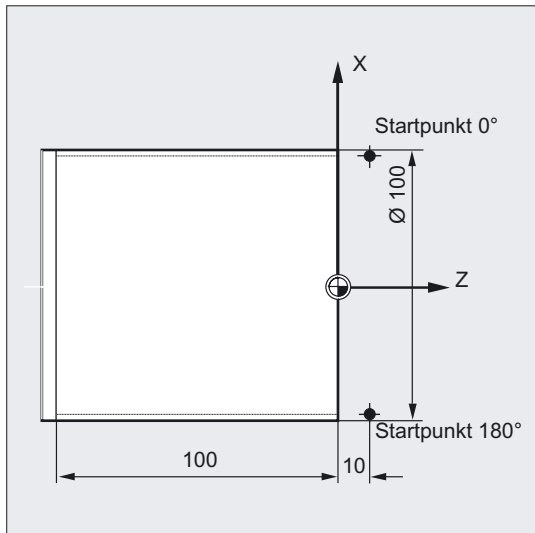
G33 X... Z... K...
G33 X... Z... K... SF=...
G33 X... Z... I...
G33 X... Z... I... SF=...

Bedeutung

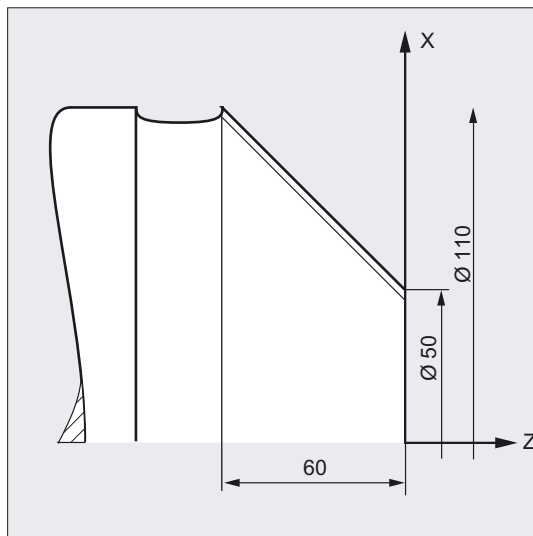
G33	Befehl zum Gewindeschneiden mit konstanter Steigung
X... Y...	Endpunkt(e) in kartesischen Koordinaten
Z...	
I...	Gewindesteigung in X-Richtung
J...	Gewindesteigung in Y-Richtung
K...	Gewindesteigung in Z-Richtung
Z	Längsachse
X	Planachse
Z... K...	Gewindelänge und Gewindesteigung für Zylindergewinde
X... I...	Gewindedurchmesser und Gewindesteigung für Plangewinde
I... oder K...	Gewindesteigung für Kegelgewinde
	Die Angabe (I... oder K...) richtet sich nach dem Kegelwinkel:
< 45°	Die Gewindesteigung wird mit K... angegeben (Gewindesteigung in Längsrichtung).
> 45°	Die Gewindesteigung wird mit I... angegeben (Gewindesteigung in Planrichtung).
= 45°	Die Gewindesteigung kann mit I... oder K... angegeben werden.
SF=...	Startpunktversatz (nur notwendig bei mehrgängigen Gewinden!) Der Startpunktversatz wird als absolute Winkelposition angegeben. Wertebereich: 0.0000 bis 359.999 Grad

Beispiele

Beispiel 1: Zweigängiges Zylindergewinde mit Startpunktversatz 180°



Programmcode	Kommentar
N10 G1 G54 X99 Z10 S500 F100 M3	; Nullpunktverschiebung, Startpunkt anfahren, Spindel einschalten
N20 G33 Z-100 K4	; Zylindergewinde: Endpunkt in Z
N30 G0 X102	; Rückzug auf Startposition
N40 G0 Z10	
N50 G1 X99	
N60 G33 Z-100 K4 SF=180	; 2. Schnitt: Startpunktversatz 180°
N70 G0 X110	; Werkzeug wegfahren
N80 G0 Z10	
N90 M30	; Programmende

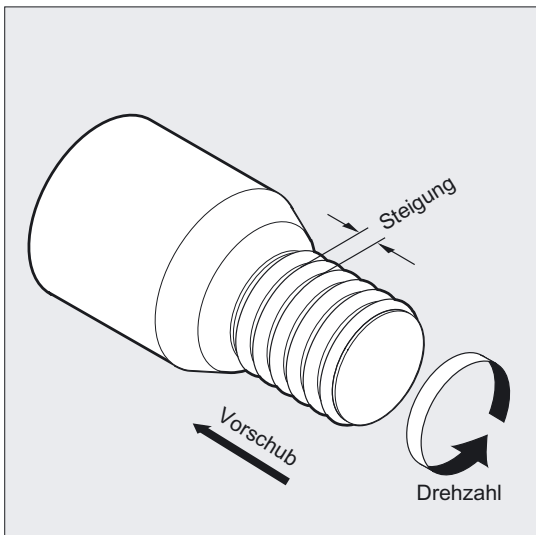
Beispiel 2: Kegeltgewinde mit Winkel kleiner 45° 

Programmcode	Kommentar
N10 G1 X50 Z0 S500 F100 M3	; Startpunkt anfahren, Spindel einschalten
N20 G33 X110 Z-60 K4	; Kegeltgewinde: Endpunkt in X und Z, Angabe der Gewindesteigung mit K... in Z-Richtung (da Kegeltwinkel $< 45^\circ$)
N30 G0 Z0 M30	; Wegfahren, Programmende

Beschreibung

Vorschub beim Gewindeschneiden mit G33

Die Steuerung errechnet aus der programmierten Spindeldrehzahl und der Gewindesteigung den notwendigen Vorschub, mit dem der Drehstahl über die Gewindelänge in Längs- und / oder Planrichtung verfahren wird. Der Vorschub F wird bei G33 nicht berücksichtigt, die Begrenzung auf maximale Achsgeschwindigkeit (Eilgang) wird von der Steuerung überwacht.



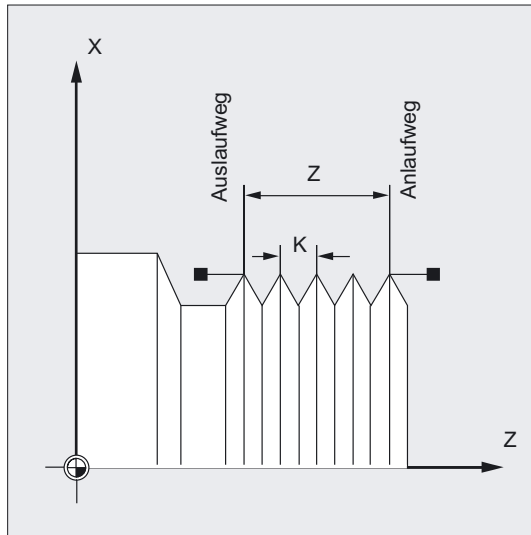
Zylindergewinde

Das Zylindergewinde wird beschrieben durch:

1. Gewindelänge
2. Gewindesteigung

Die Gewindelänge wird mit einer der kartesischen Koordinaten X, Y oder Z im Absolut- oder Kettenmaß eingegeben (bei Drehmaschinen vorzugsweise in Z-Richtung). Zusätzlich sind Anlauf- und Auslaufwege zu berücksichtigen, auf denen der Vorschub hochgefahren bzw. reduziert wird.

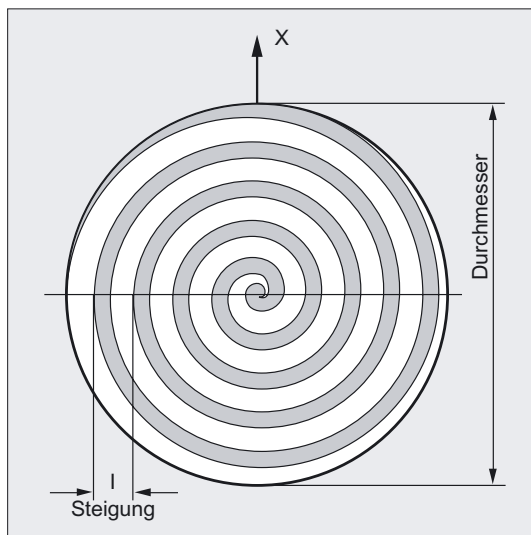
Die Gewindesteigung wird unter den Adressen I, J, K eingegeben (bei Drehmaschinen vorzugsweise mit K).



Plangewinde

Das Plangewinde wird beschrieben durch:

1. Gewindedurchmesser (vorzugsweise in X-Richtung)
2. Gewindesteigung (vorzugsweise mit I)



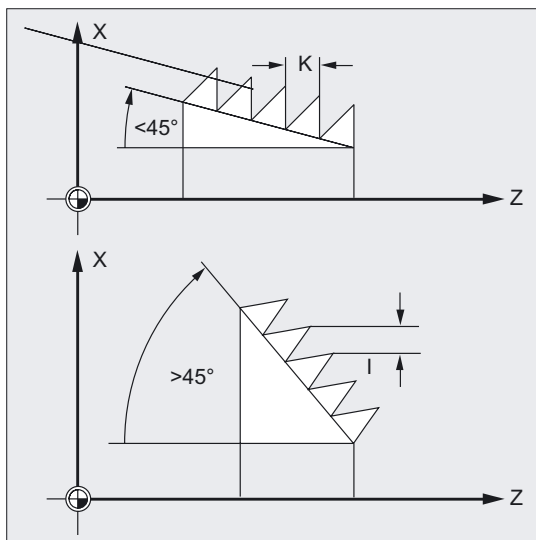
Kegelgewinde

Das Kegelgewinde wird beschrieben durch:

1. Endpunkt in Längs- und Planrichtung (Kegelkontur)
2. Gewindesteigung

Die Kegelkontur wird in kartesischen Koordinaten X, Y, Z im Bezugs- oder Kettenmaß eingegeben, bei der Bearbeitung auf Drehmaschinen vorzugsweise in X- und Z-Richtung. Zusätzlich sind Anlauf- und Auslaufwege zu berücksichtigen, auf denen der Vorschub hochgefahren bzw. reduziert wird.

Die Angabe für die Steigung richtet sich nach dem Kegelwinkel (Winkel zwischen Längsachse und Kegelmantel):

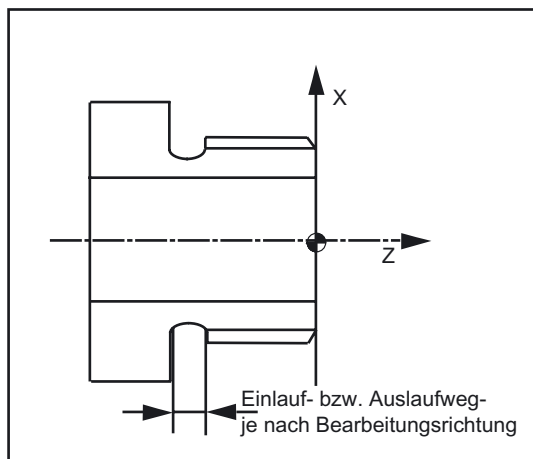


9.9.2 Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE)

Funktion

Mit den Befehlen **DITS** (Displacement Thread Start) und **DITE** (Displacement Thread End) können Sie die Bahnrampe beim Beschleunigen und Bremsenvorgeben, damit bei zu kurzem Werkzeug Ein- und Auslauf der Vorschub entsprechend angepasst werden kann:

- **Zu kurzer Einlaufweg**
Durch den Bund am Gewindeeinlauf ist wenig Platz für die Werkzeug-Startrampe - diese muss deshalb über DITS kürzer vorgegeben werden.
- **Zu kurzer Auslaufweg**
Durch den Bund am Gewindeauslauf ist wenig Platz für die Werkzeug-Bremsrampe, wodurch **Kollisionsgefahr** zwischen Werkstück und Schneide besteht. Die Werkzeug-Bremsrampe kann über DITE kürzer vorgegeben werden; trotzdem kann es zur Kollision kommen.
Ausweg: Gewinde kürzer programmieren, Spindeldrehzahl reduzieren.



Syntax

DITS=Wert
DITE=Wert

Bedeutung

DITS	Gewinde-Einlaufweg
DITE	Gewinde-Auslaufweg
Wert	Angabe des Einlauf- bzw. Auslaufwegs: -1,0,...n

Hinweis

Unter DITS und DITE werden ausschließlich Wege, jedoch keine Positionen programmiert.

Maschinenhersteller

Mit den Befehlen DITS und DITE korrespondiert das Settingdatum SD 42010: THREAD_RAMP_DISP[0,1], in das die programmierten Wege eingeschrieben werden. Wird vor oder im ersten Gewindegang kein Einlauf-/Bremsweg programmiert, wird dieser aus dem aktuellen Inhalt vom SD 42010 bestimmt, siehe:

Literatur: /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Vorschübe (V1)

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N...	
N40 G90 G0 Z100 X10 SOFT M3 S500	
N50 G33 Z50 K5 SF=180 DITS=1 DITE=3	; Überschleifbeginn bei Z=53
N60 G0 X20	

Beschreibung

Bei sehr kleinem Einlauf- und/oder Auslaufweg wird die Gewindeachse stärker beschleunigt, als es die Projektierung vorsieht. Die Achse wird dann beschleunigungsmäßig überlastet.

Für den Gewindeeinlauf wird dann der Alarm 22280 "Programmierter Einlaufweg zu kurz" gemeldet (bei entsprechender Projektierung im MD11411 \$MN_ENABLE_ALARM_MASK). Der Alarm ist rein informativ und hat keine Auswirkungen auf die Teileprogramm-Abarbeitung.

Über MD10710 \$MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB kann eingestellt werden, dass der vom Teileprogramm geschriebene Wert bei RESET in das korrespondierende Settingdatum geschrieben wird. Die Werte bleiben somit über Power On erhalten.

Hinweis

DITE wirkt am Gewindeende als Überschleifabstand. Damit wird eine stoßfreie Änderung der Achsbewegung erreicht.

Mit dem Einwechseln eines Satzes mit dem Befehl DITS und/oder DITE in den Interpolator wird der unter DITS programmierte Weg in das SD42010 \$SC_THREAD_RAMP_DISP[0] und der unter DITE programmierte Weg in das SD42010 \$SC_THREAD_RAMP_DISP[1] übernommen.

Der programmierte Einlaufweg wird entsprechend der aktuellen Einstellung (Inch, metrisch) behandelt.

9.10 Gewindeschneiden mit zu- oder abnehmender Steigung (G34, G35)

Funktion

Mit den Befehlen G34 und G35 wurde die G33-Funktionalität um die Möglichkeit erweitert, unter der Adresse F zusätzlich eine Änderung der Gewindesteigung zu programmieren. Im Falle von G34 führt das zu einer linearen Zunahme, im Falle von G35 zu einer linearen Abnahme der Gewindesteigung. Die Befehle G34 und G35 können damit zur Herstellung von selbstscherenden Gewinden eingesetzt werden.

Syntax

Zylindergewinde mit zunehmender Steigung:

G34 Z... K... F...

Zylindergewinde mit abnehmender Steigung:

G35 Z... K... F...

Plangewinde mit zunehmender Steigung:

G34 X... I... F...

Plangewinde mit abnehmender Steigung:

G35 X... I... F...

Kegelgewinde mit zunehmender Steigung:

G34 X... Z... K... F...

G34 X... Z... I... F...

Kegelgewinde mit abnehmender Steigung:

G35 X... Z... K... F...

G35 X... Z... I... F...

Bedeutung

G34	Befehl zum Gewindeschneiden mit linear zunehmender Steigung
G35	Befehl zum Gewindeschneiden mit linear abnehmender Steigung
X... Y... Z...	Endpunkt(e) in kartesischen Koordinaten
I...	Gewindesteigung in X-Richtung
J...	Gewindesteigung in Y-Richtung
K...	Gewindesteigung in Z-Richtung

F...

Gewindesteigungsänderung

Ist die Anfangs- und Endsteigung eines Gewindes bekannt, dann kann die zu programmierende Gewindesteigungsänderung nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$F = \frac{k_e^2 - k_a^2}{2 * l_G} \text{ [mm/U}^2\text{]}$$

Dabei bedeuten:

K_e : Gewindeendsteigung (Gewindesteigung der Achszielpunktkoordinate) [mm/U]

K_a : Gewindeanfangssteigung (unter I, J oder K programmiert) [mm/U]

l_G : Gewindelänge [mm]

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N1608 M3 S10	; Spindeldrehzahl
N1609 G0 G64 Z40 X216	; Startpunkt anfahren und
N1610 G33 Z0 K100 SF=R14	; Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (100 mm/U)
N1611 G35 Z-200 K100 F17.045455	; Steigungsabnahme 17.0454 mm/U2, Steigung am Satzende 50mm/U
N1612 G33 Z-240 K50	; Gewindegang ohne Ruck fahren
N1613 G0 X218	
N1614 G0 Z40	
N1615 M17	

Literatur

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Vorschübe (V1), Kapitel: "Linear progressive/degressive Gewindesteigungsänderung bei G34 und G35"

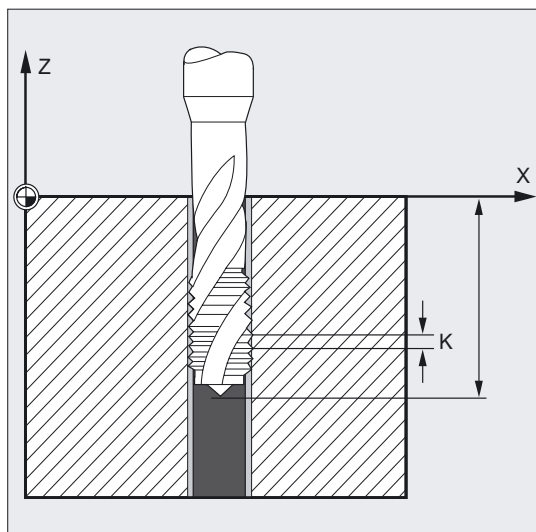
9.11 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332)

Funktion

Mit G331/G332 können Sie Gewinde ohne Ausgleichsfutter bohren.

Die für Gewindebohren vorbereitete Spindel im lagegeregelten Betrieb mit Wegesystem kann die folgenden Bewegungen durchführen:

- **G331:** Gewindebohren mit Gewindesteigung in Bohrrichtung bis zum Endpunkt
- **G332:** Rückzugsbewegung mit derselben Steigung wie G331



Rechts-/Linksgewinde

Rechts- oder Linksgewinde werden im Achsbetrieb über das Vorzeichen der Steigung festgelegt:

- Positive Steigung, Rechtslauf (wie M3)
- Negative Steigung, Linkslauf (wie M4)

Zusätzlich wird unter der Adresse S die gewünschte Drehzahl programmiert.

Syntax

```
G331 X... Y... Z... I... J... K...  
G332 X... Y... Z... I... J... K...
```

Bedeutung

G331	Gewindebohren. Die Bohrung wird beschrieben durch Bohrtiefe (Endpunkt des Gewindes) und Gewindesteigung.
G332	Gewindebohren Rückzug. Diese Bewegung wird mit derselben Steigung beschrieben wie die G331-Bewegung. Die Richtungsumkehr der Spindel erfolgt automatisch
X Y Z	Bohrtiefe (Endpunkt) in einer kartesischen Koordinate. Bohrung in X-Richtung, Gewindesteigung I Y-Richtung, Gewindesteigung J Z-Richtung, Gewindesteigung K
I	Gewindesteigung in X-Richtung
J	Gewindesteigung in Y-Richtung
K	Gewindesteigung in Z-Richtung
	Wertebereich der Steigung: ±0.001 bis 2000.00 mm/Umdrehung

Hinweis

Beide Funktionen G331/G332 sind modal wirksam.

Nach G332 (Rückzug) kann mit G331 das nächste Gewinde gebohrt werden.

Die technische Voraussetzung ist eine lagegeregelte Spindel mit Wegmesssystem.

Die Spindel muss mit SPOS/SPOSA für das Gewindebohren vorbereitet sein. Sie arbeitet nicht im Achsbetrieb, sondern als lagegeregelte Spindel, siehe Kapitel Vorschubregelung und Spindelbewegung "Lagegeregelter Spindelbetrieb".

Hinweis**Maschinenhersteller**

In achsspezifischen Maschinendaten kann abweichend vom ersten Getriebestufen-Datensatz und auch unabhängig von diesen Drehzahlschaltsschwellen ein zweiter Getriebestufen-Datensatz für zwei weitere projektierbare Schaltschwellen (Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl) voreingestellt werden. Bitte beachten Sie hierfür die Angaben des Maschinenherstellers.

Die programmierte Bohrdrehzahl in der aktuellen Getriebestufe ausgeben

Die programmierte Bohrdrehzahl z. B. S800 wird in der aktuellen Getriebestufe ausgegeben und ist gegebenenfalls auf die Maximaldrehzahl der Getriebestufe begrenzt. Ein automatischer Getriebestufenwechsel nach erfolgtem SPOS ist nicht möglich. Die Voraussetzung für den automatischer Getriebestufenwechsel M40 ist der Drehzahlsteuerbetrieb der Spindel.

Die passende Getriebestufe bei M40 wird aus den **ersten** Getriebestufen-Datensatz ermittelt.

Programmcode	Kommentar
N05 M40 S500	; Getriebestufe 1 wird eingelegt, da S500 z.B. im Bereich von 20 bis 1028 U/min liegt.
...	
N55 SPOS=0	; Werkzeug positionieren.
N60 G331 Z-10 K5 S800	; Gewinde fertigen, Spindeldrehzahl 800 U/min liegt Getriebestufe 1.

Hinweis

Soll bei einer Spindeldrehzahl von 800 U/min die Getriebestufe 2 angewählt werden, so müssen die Schaltschwellen für die Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl hierfür in den betreffenden Maschinendaten projiziert werden, siehe nachfolgende Beispiele.

Anwendung des zweiten Getriebestufen-Datensatzes bei Vorgabe zweier Schaltschwellen

Die Schaltschwellen des **zweiten** Getriebestufen-Datensatzes für die Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl werden modal bei G331/G332 und Programmierung eines S-Werts für die aktive Masterspindel ausgewertet. Automatischer Getriebestufenwechsel M40 muss aktiv sein.

Die so ermittelte Getriebestufe wird mit der aktiven Getriebestufe verglichen. Besteht zwischen beiden ein Unterschied, dann wird der Getriebestufenwechsel ausgeführt.

Programmcode	Kommentar
N05 M40 S500	; Getriebestufe 1 wird angewählt
...	
N50 G331 S800	; Masterspindel mit 2. Getriebestufendatensatz: Getriebestufe 2 wird angewählt
N55 SPOS=0	; Spindel ausrichten
N60 G331 Z-10 K5	; Gewindebohren modal mit G331, eine erneute ;Programmierung ist nicht erforderlich Spindel beschleunigt aus zweiten Datensatz

Keine Drehzahl programmiert führt zur Überwachung der Getriebestufe

Wird bei G331 keine Drehzahl programmiert, dann wird das Gewinde mit der zuletzt programmierten Drehzahl und Getriebestufe gefertigt.

In diesem Fall wird überacht, ob die programmierte Drehzahl im vorgegebenen Drehzahlbereich von Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl der aktiven Getriebestufe liegt. Anderenfalls wird der Alarm 16748 gemeldet.

Programmcode	Kommentar
N05 M40 S800	; Getriebestufe 1 wird angewählt, der erste Getriebestufendatensatz ist aktiv.
...	
N55 SPOS=0	
N60 G331 Z-10 K5	; Spindeldrehzahl S800 mit 2. Getriebestufendatensatz ;wird überwacht. Getriebestufe 2 müsste aktiv sein, Alarm 16748 wird gemeldet.

Ein Getriebestufenwechsel kann nicht ausgeführt werden, Überwachung der Getriebestufe

Wird im G331-Satz zusätzlich zur Geometrie die Spindeldrehzahl programmiert, dann kann die Getriebestufe nicht gewechselt werden, weil anderenfalls die Bahnbewegung von Spindel und Zustellachse(n) nicht eingehalten werden würde.

Wie im obigen Beispiel werden im G331-Satz die Drehzahl und die Getriebestufe überwacht. Der Alarm 16748 kann gegebenenfalls gemeldet werden.

Programmcode	Kommentar
N05 M40 S500	; Getriebestufe 1 wird angewählt.
...	
N55 SPOS=0	
N60 G331 Z-10 K5 S800	; Kein Getriebestufenwechsel ist möglich, es wird die Spindeldrehzahl S800 mit 2.Getriebestufendatensatz überwacht. Getriebestufe 2 müsste aktiv sein, Alarm 16748 wird gemeldet

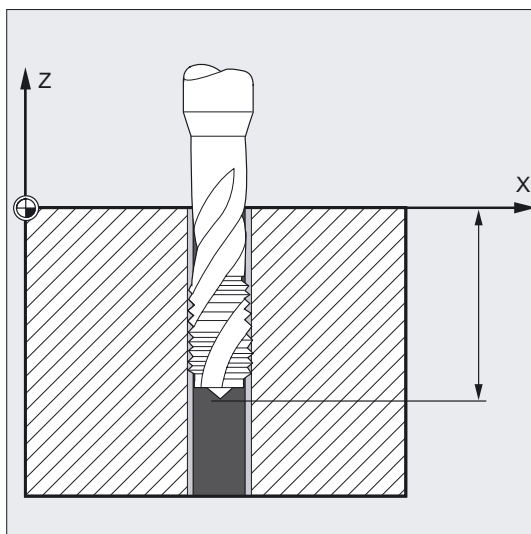
9.12 Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (G63)

Funktion

Mit G63 können Sie Gewinde mit Ausgleichsfutter bohren. Programmiert werden:

- Bohrtiefe in kartesischen Koordinaten
- Spindeldrehzahl und Spindelrichtung
- Vorschub

Über das Ausgleichsfutter werden auftretende Wegdifferenzen ausgeglichen.



Rückzugsbewegung

Programmierung ebenfalls mit G63, jedoch mit umgekehrter Spindeldrehrichtung.

Syntax

G63 X... Y... Z...

Bedeutung

G63	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter
X Y Z	Bohrtiefe (Endpunkt) in einer kartesischen Koordinate.

Hinweis

G63 ist satzweise wirksam.

Nach einem Satz mit programmiertem G63 ist der zuletzt programmierte Interpolationsbefehl G0, G1, G2... wieder aktiv.

Vorschubgeschwindigkeit

Hinweis

Der programmierte Vorschub muss zum Verhältnis Drehzahl und Gewindesteigung des Gewindebohrers passen.

Faustformel:

Vorschub F in mm/min = Spindeldrehzahl S in U/min x Gewindesteigung in mm/U

Sowohl der Vorschub- als auch der Spindeldrehzahl-Korrekturschalter werden mit G63 auf 100% festgesetzt.

Beispiele

Beispiel 1:

Programmcode	Kommentar
N10 SPOS[n]=0	; Gewindebohren vorbereiten.
N20 G0 X0 Y0 Z2	; Startpunkt anfahren.
N30 G331 Z-50 K-4 S200	; Gewindebohren, Bohrtiefe 50, Steigung K negativ = Spindeldrehrichtung Linkslauf.
N40 G332 Z3 K-4	; Rückzug, automatische Richtungsumkehr.
N50 G1 F1000 X100 Y100 Z100 S300 M3	; Spindel arbeitet wieder im Spindelbetrieb.
N60 M30	; Programmende.

Beispiel 2:

In diesem Beispiel soll ein M5-Gewinde gebohrt werden. Die Steigung eines M5-Gewindes beträgt 0,8 (nach Tabelle).

Bei der gewählten Drehzahl 200 U/min beträgt der Vorschub F 160 mm/min.

Programmcode	Kommentar
N10 G1 X0 Y0 Z2 S200 F1000 M3	; Startpunkt anfahren, Spindel einschalten.
N20 G63 Z-50 F160	; Gewindebohren, Bohrtiefe 50.
N30 G63 Z3 M4	; Rückzug, programmierte Richtungsumkehr.
N40 M30	; Programmende.

9.13 Stopp beim Gewindeschneiden

9.13.1 Rückzug für Gewindeschneiden (LFON, LFOF, LIFTFAST, DILF, ALF)

Funktion Fehler! Textmarke nicht definiert.

Die Funktion bewirkt eine zerstörungsfreie Unterbrechung beim Gewindeschneiden (G33). Die Funktion können Sie nicht beim Gewindebohren (G331/G332) verwenden. Bei gemischter Anwendung der beiden Funktionen ist die Verhaltensweise bei NC-Stopp/NC-RESET über Maschinendatum parametrierbar. Wurde das Gewindeschneiden unterbrochen, so bestehen mehrere Möglichkeiten den Schnellrückzug auf eine bestimmte Abhebe-Position zu programmieren. Als Zielposition kann sowohl die Länge des Rückzugwegs als auch die Rückzugsrichtung festgelegt werden.

Syntax

LFON
LFOF
LIFTFAST= (wenn als Option freigegeben)
DILF=
ALF=

Bedeutung

LFON	Schnellrückzug für Gewindeschneiden (G33) freigeben
LFOF	Schnellrückzug für Gewindeschneiden (G33) sperren
LIFTFAST	Option Schnellrückzug wirkt mit LFON bei jeder Rückzugsbewegung
DILF	Rückzugsweg (Länge) festlegen
ALF	Rückzugsrichtung für die auszuführende Ebene (LFTXT) festlegen

Hinweis

LFON bzw. LFOF können immer programmiert werden, die Auswertung erfolgt ausschließlich beim Gewindeschneiden (G33).

Beispiel: Schnelrückzug Gewindeschneiden freigeben

Programmcode	Kommentar
N55 M3 S500 G90 G18	; Aktive Bearbeitungsebene
...	; Anfahren der Startposition
N65 MSG ("Gewindeschneiden")	; Zustellen des Werkzeugs
MM_THREAD:	
N67 \$AC_LIFTFAST=0	; Vor Beginn des Gewindes zurücksetzen
N68 G0 Z5	
N68 X10	
N70 G33 Z30 K5 LFON DILF=10 LFWP ALF=3	; Schnelrückzug für Gewindeschneiden freigeben
	; Rückzugsweg =10mm , Rückzugsebene Z/X (wegen G18)
	Rückzugsrichtung -X (mit ALF=3 Rückzugsrichtung +X)
N71 G33 Z55 X15 K5	
N72 G1	; Gewindeschneiden abwählen
N69 IF \$AC_LIFTFAST GOTOB MM_THREAD	; Wenn Gewindeschneiden unterbrochen wurde
N90 MSG ("")	
...	
N70 M30	

Beispiel: Schnelrückzug vor Gewindebohren ausschalten

Programmcode	Kommentar
N55 M3 S500 G90 G0 X0 Z0	
...	
N87 MSG ("Gewindebohren")	
N88 LFOF	; Schnelrückzug vor Gewindebohren ausschalten
N89 CYCLE...	; Gewindebohrzyklus mit G33
N90 MSG ("")	
...	
N99 M30	

Auslösekriterien für den Rückzug

- Schnelle Eingänge, programmierbar mit SETINT LIFTFAST (wenn Option LIFTFAST freigegeben)
- NC-Stopp/NC-RESET

Wird der schnelle Rückzug mit LFON freigegeben, wirkt er bei jeder Bewegung.

Rückzugsweg (DILF)

Der Rückzugsweg kann durch Maschinendatum oder durch Programmierung festgelegt werden. Nach NC-Reset ist immer der Wert in MD 21200: LIFTFAST_DIST aktiv.

Rückzugsrichtung (ALF)

Die Rückzugsrichtung wird in Verbindung mit ALF mit den Schlüsselworten LFTXT, LFWP und LFPOS gesteuert. Bei LFTXT ist für ALF=1 der Rückzug in Werkzeugrichtung festgelegt. Standardmäßig ist LFTXT (tangenciales Abheben in Werkzeugrichtung) eingestellt. Siehe "Abheben mit beim Rückzug LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMADK und POLFMLIN".

9.13.2 Abheben beim Rückzug (LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN)

Funktion

Mit den Befehlen LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF können Sie beim Abheben den Rückzug ausgehend von der Abhebebewegung bis hin zur Abhebeposition gezielt programmieren.

Programmiert werden:

- Rückzugsrichtung aus der Bahntangente oder die aktive Arbeitsebene
- Rückzugsrichtung auf die programmierte Position
- Absolute Rückzugsposition

Dabei wird für einen gewissen Zeitraum der Achszusammenhang der programmierten Bahn oder die lineare Abhebebewegung nicht jedes Mal gewahrt. Der lineare Zusammenhang kann je nach dynamischen Verhalten aller beteiligten Achsen bis zum Erreichen der Abhebeposition nicht immer hergestellt werden. Achsen können für den unabhängigen Rückzug auf Achsposition und auf Achspositionen mit linearem Zusammenhang freigegeben werden.

Syntax

```
LFTXT  
LFWP  
LFPOS  
POLF[Geoachsname | Maschinenachsname]=  
POLFMASK(Achsname1, Achsname2,...)  
POLFMLIN
```

Bedeutung

LFTXT	Rückzugsrichtung beim Abheben aus der Bahntangente, Standard
LFWP	Rückzugsrichtung aus der aktiven Arbeitsebene G17, G18, G19
LFPOS	Rückzugsrichtung auf die mit POLF programmierte Position
POLF	absolute Rückzugsposition der Achse, mit IC(Wert) auch inkrementell. POLF ist modal wirksam
POLFMASK	Freigabe der Achsen für den unabhängigen Rückzug auf Absolutposition
POLFMLIN	Freigabe der Achsen für den Rückzug auf Absolutposition im linearen Zusammenhang. Siehe auch /FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Achskopplung und ESR (M3)
X, Y, Z	Geometrieachsen bei POLF werden als Position im Werkstückkoordinatensystem (WKS) interpretiert
X1, Y1, Z1	Maschinenachsen bei POLF werden als Position im Maschinenkoordinatensystem (MKS) interpretiert

Beispiel

Hier wird bei einem Stopp die Bahninterpolation von X unterdrückt und stattdessen eine Bewegung mit max. Geschwindigkeit auf die Position POLF[X] interpoliert. Die Bewegung der anderen Achsen wird weiterhin durch die programmierte Kontur bzw. die Gewindesteigung und die Spindeldrehzahl bestimmt.

Programmcode	Kommentar
N10 G0 G90 X200 Z0 S200 M3	
N20 G0 G90 X170	
N22 POLF[X]=210 LFPOS	
N23 POLFMASK(X)	; Aktivieren (freigeben) des Schnellabhebens von der Achse X.
N25 G33 X100 I10 LFON	
N30 X135 Z-45 K10	
N40 X155 Z-128 K10	
N50 X145 Z-168 K10	
N55 X210 I10	
N60 G0 Z0 LFOF	
N70 POLFMASK()	; Abheben für alle Achsen sperren.
M30	

Beschreibung

Die Rückzugsrichtung wird in Verbindung mit ALF mit folgenden Schlüsselworten gesteuert:

- **LFTXT**
Die Ebene, in welcher die Schnellabhebebewegung ausgeführt wird, wird aus der Bahntangente und der Werkzeugrichtung errechnet (Standardeinstellung).
- **LFWP**
Die Ebene, in welcher die Schnellabhebebewegung ausgeführt wird, ist die aktive Arbeitsebene.
- **LFPOS**
Rückzug der mit POLFMASK bekannt gemachten Achse auf die mit POLF programmierte absolute Achsposition. Siehe auch NC-geführtes Rückziehen im /FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Achskopplungen und ESR (M3)
ALF hat auf mehrere Achsen und auch auf mehrere Achsen im linearen Zusammenhang keinen Einfluss auf die Abheberichtung.

In der Ebene der Rückzugsbewegung wird wie bisher mit ALF die Richtung in diskreten Schritten von Grad programmiert. Bei **LFTXT** ist für ALF=1 der Rückzug in Werkzeugrichtung festgelegt.

Bei **LFWP** ergibt sich die Richtung in der Arbeitsebene nach folgender Zuordnung:

- **G17: X/Y-Ebene**
ALF=1 Rückzug in X-Richtung
ALF=3 Rückzug in Y-Richtung
- **G18: Z/X-Ebene**
ALF=1 Rückzug in Z-Richtung
ALF=3 Rückzug in X-Richtung
- **G19: Y/Z-Ebene**
ALF=1 Rückzug in Y-Richtung
ALF=3 Rückzug in Z-Richtung

Rückzugsgeschwindigkeit

Rückzug mit maximaler Achsgeschwindigkeit.
Über Maschinendatum projektierbar.

Es wird mit den maximal zulässigen Beschleunigungs-/Ruckwerten verfahren; diese sind über Maschinendatum projektierbar.

Hinweis

POLF mit POLFMASK/POLFMLIN sind nicht auf den Einsatz bei Gewindeschneiden beschränkt. Siehe /FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Achskopplungen und ESR (M3).

9.14 Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)

Funktion

In eine Konturecke können Sie folgende Elemente einfügen:

- Fase oder
- Rundung

Wollen Sie mehrere Konturecken hintereinander gleichartig verrunden, so erreichen Sie dies mit RNDM "Modales Verrunden". Mit dieser Adresse können Sie nach jedem Bewegungssatz zwischen Linear- und Kreiskonturen eine Rundung einfügen. Zum Beispiel zum Entgraten scharfer Werkstückkanten.

Den Vorschub für die Fase/Rundung können Sie mit FRC (satzweise) oder FRCM (modal) programmieren.

Sind FRC/FRCM nicht programmiert, gilt der normale Bahnvorschub F.

Syntax

CHF=...
CHR=...
RND=...
RNDM=...
FRC=...
FRCM=...

Bedeutung

CHF=...	Konturecke anfasen Wert = Länge der Fase (Maßeinheit entsprechend G70/G71)
CHR=...	Konturecke anfasen Programmierung der Fase in der ursprünglichen Bewegungsrichtung. Wert = Breite der Fase in der Bewegungsrichtung (Maßeinheit wie oben)
RND=...	Konturecke verrunden Wert = Radius der Rundung (Maßeinheit entsprechend G70/G71)
RNDM=...	Modales Verrunden: mehrere aufeinanderfolgende Konturecken gleichartig verrunden. Wert = Radius der Rundungen (Maßeinheit entsprechend G70/G71) Mit RNDM=0 wird das Verrunden ausgeschaltet.

FRC=... Satzweiser Vorschub für Fase/Verrundung
Wert = Vorschub in mm/min (G94) bzw. mm/Umdr (G95); FRC > 0

FRCM=... Modaler Vorschub für Fase/Verrundung
Wert = Vorschub in mm/min (G94) bzw. mm/Umdr (G95)
=0: Der unter F programmierte Vorschub für die Fase/Rundung ist aktiv.

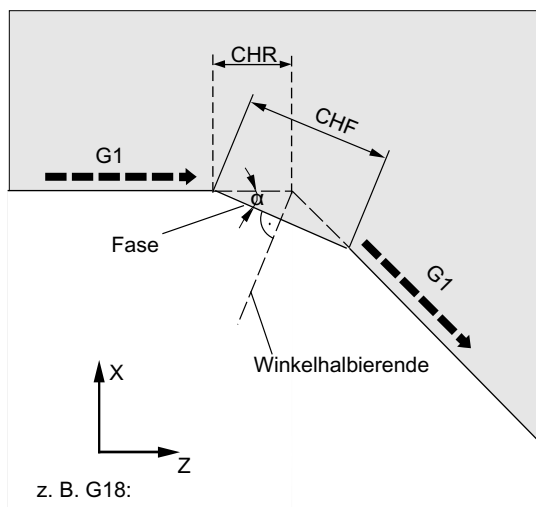
Vorschub FRC (satzweise), FRCM (modal)

Zur Optimierung der Oberflächengüte kann für die Konturelemente Fase/Rundung ein eigener Vorschub programmiert werden. FRC wirkt dabei satzweise und FRCM wirkt modal siehe Beispiele.

Beispiel Fase, CHF/CHR

Zum Kantenbruch fügen Sie zwischen Linear- und Kreiskonturen in beliebiger Kombination ein weiteres lineares Stück, die Fase, ein. Es stehen Ihnen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

```
N30 G1 X... Z... F... CHR=2
N40 G1 X... Z...
N30 G1 X... Z... F... CHF=2 (cos α · 2)
N40 G1 X... Z...
```

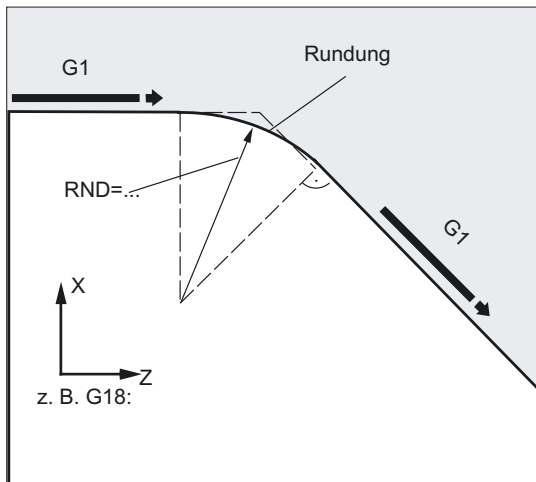


Die Fase wird nach dem Satz, in dem sie programmiert ist, eingefügt. Die Fase liegt dabei immer in der mit G17 bis G19 eingeschalteten Ebene.

Beispiel Rundung, RND

Zwischen Linear- und Kreiskonturen in beliebigen Kombinationen kann mit tangentialem Anschluss ein Kreiskonturelement eingefügt werden.

```
N30 G1 X... Z... F... RND=2
```

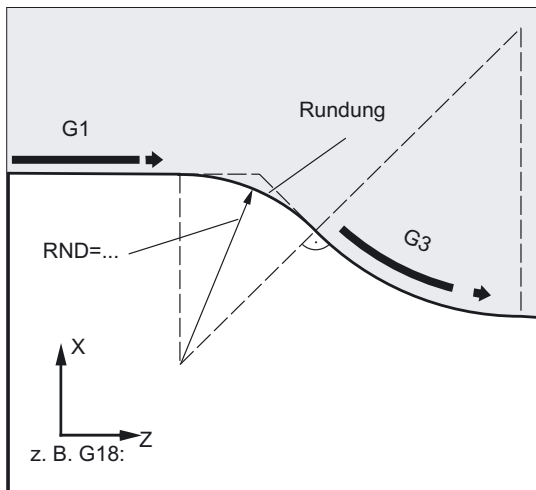


Die Rundung liegt dabei immer in der mit G17 bis G19 eingeschalteten Ebene. Das obere Bild zeigt das Verrunden zwischen zwei Geraden.

In dieser Darstellung sehen Sie die Verrundung zwischen Gerade und Kreis.

```
N30 G1 X... Z... F... RND=2
```

```
N40 G3 X... Z... I... K...
```



Beispiel Modales Verrunden, RNDM

Entgraten scharfer Werkstückkanten:

N30 G1 X... Z... F... RNDM=2 ;modales Verrunden 2mm

N40...

N120 RNDM=0 ;modales Verrunden ausschalten

Beispiel Fase CHF, Rundung FRCM vom Nachfolgesatz

MD CHFRND_MODE_MASK Bit0 = 0: Technologie vom Nachfolgesatz übernehmen (Default)

Programmcode	Kommentar
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94	
N20 G1 X10 CHF=2	; Fase N20-N30 mit F=100 mm/min
N30 Y10 CHF=4	; Fase N30-N40 mit FRC=200 mm/min
N40 X20 CHF=3 FRC=200	; Fase N40-N60 mit FRCM=50 mm/min
N50 RNDM=2 FRCM=50	
N60 Y20	; modale Rundung N60-N70 mit FRCM=50 mm/min
N70 X30	; modale Rundung N70-N80 mit FRCM=50 mm/min
N80 Y30 CHF=3 FRC=100	; Fase N80-N90 mit FRC=50 mm/min (modal)
N90 X40	; modale Rundung N90-N100 mit F=100 mm/min (Abwahl FRCM)
N100 Y40 FRCM=0	; modale Rundung N100-N120 mit G95 FRC=1 mm/Umdr
N110 S1000 M3	
N120 X50 G95 F3 FRC=1	
...	
M02	

Beispiel Fase CHF, Rundung FRCM vom Vorgängersatz

MD CHFRND_MODE_MASK Bit0 = 1: Technologie vom Vorgängersatz übernehmen (empfohlen)

Programmcode	Kommentar
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94	
N20 G1 X10 CHF=2	; Fase N20-N30 mit F=100 mm/min
N30 Y10 CHF=4 FRC=120	; Fase N30-N40 mit FRC=120 mm/min
N40 X20 CHF=3 FRC=200	; Fase N40-N60 mit FRCM=200 mm/min
N50 RNDM=2 FRCM=50	
N60 Y20	; modale Rundung N60-N70 mit FRCM=50 mm/min
N70 X30	; modale Rundung N70-N80 mit FRCM=50 mm/min
N80 Y30 CHF=3 FRC=100	; Fase N80-N90 mit FRC=100 mm/min (modal)
N90 X40	; modale Rundung N90-N100 mit FRCM=50 mm/min
N100 Y40 FRCM=0	; modale Rundung N100-N120 mit F=100 mm/min
N110 S1000 M3	
N120 X50 CHF=4 G95 F3 FRC=1	; Fase N120-N130 mit G95 FRC=1 mm/Umdr
N130 Y50	; modale Rundung N130-N140 mit F=3 mm/Umdr
N140 X60	
...	
M02	

Beschreibung

Hinweis

Fase/Rundung

Sind die programmierten Werte für Fase (CHF/CHR) oder Rundung (RND/RNDM) für die beteiligten Konturelemente zu groß, werden Fase oder Rundung automatisch auf einen entsprechenden Wert reduziert.

Keine Fase/Rundung wird eingefügt, wenn

- keine Geraden- oder Kreiskontur in der Ebene vorhanden ist,
- eine Bewegung außerhalb der Ebene stattfindet,
- ein Wechsel der Ebene vorgenommen wird oder

eine im Maschinendatum festgelegte Anzahl von Sätzen, die keine Informationen zum Verfahren enthalten (z. B. nur Befehlsausgaben), überschritten wird.

Hinweis

FRC/FRCM

FRC/FRCM wirkt nicht, wenn eine Fase mit G0 verfahren wird; die Programmierung ist entsprechend dem F-Wert ohne Fehlermeldung möglich.

Der Bezug zu den an Fase und Rundung beteiligten Sätzen sowie der Technologie wird über Maschinendatum eingestellt.

FRC ist nur wirksam, wenn im Satz eine Fase/Rundung mit programmiert ist, bzw. RNDM aktiviert wurde.

FRC überschreibt im aktuellen Satz den F- bzw. FRCM-Wert.

Der unter FRC programmierte Vorschub muss größer Null sein.

FRCM=0 aktiviert den unter F programmierten Vorschub für die Rundung/Fase.

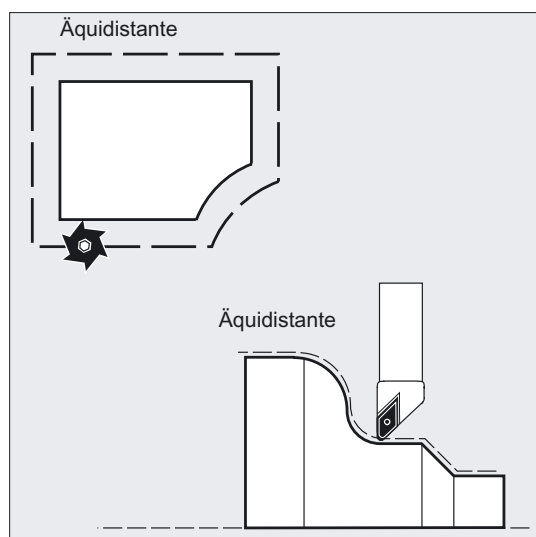
Ist FRCM programmiert, muss äquivalent zu F der FRCM-Wert bei Wechsel G94 <-> G95 usw. neu programmiert werden. Wird nur F neu programmiert, und ist vor dem Wechsel des Vorschubtyps FRCM > 0, erfolgt Fehlermeldung 10860 (Kein Vorschub programmiert).

Werkzeugradiuskorrekturen

10.1 Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN)

Funktion

Bei eingeschalteter Werkzeugradiuskorrektur errechnet die Steuerung automatisch für unterschiedliche Werkzeuge die jeweils äquidistanten Werkzeugwege.



Mit `OFFN` können Sie äquidistante Bahnen erzeugen, z. B. zum Grobschlichten.

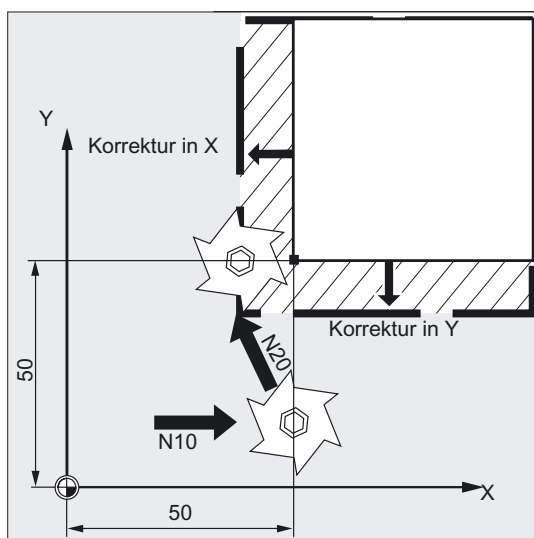
Syntax

G40
G41
G42
OFFN=

Bedeutung

- G4 Werkzeugradiuskorrektur ausschalten
- G41 Werkzeugradiuskorrektur einschalten, Werkzeug arbeitet in Bearbeitungsrichtung **links** von der Kontur
- G42 Werkzeugradiuskorrektur einschalten, Werkzeug arbeitet in Bearbeitungsrichtung **rechts** von der Kontur
- OFFN= Aufmaß zur programmierten Kontur (Offset Kontur normal)

Beispiel 1 Fräsen



```
N10 G0 X50 T1 D1  
N20 G1 G41 Y50 F200  
N30 Y100
```

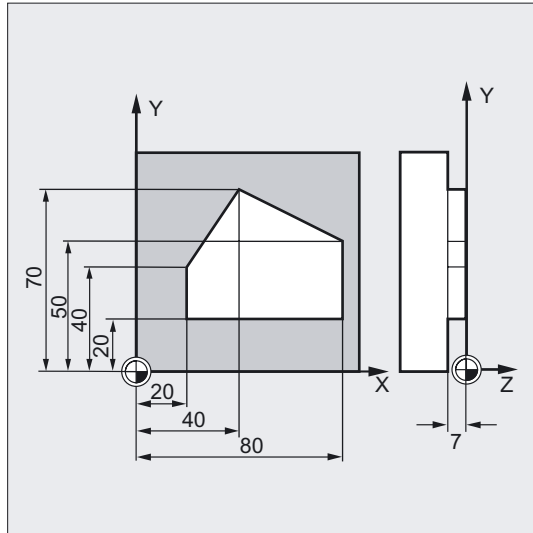
Im Satz N10 wird nur die Werkzeuglängenkorrektur eingeschaltet. X50 wird unkorrigiert angefahren.

Im Satz N20 wird die Radiuskorrektur eingeschaltet, der Punkt X50/Y50 wird korrigiert angefahren verfahren.

Beispiel 2 Fräsen

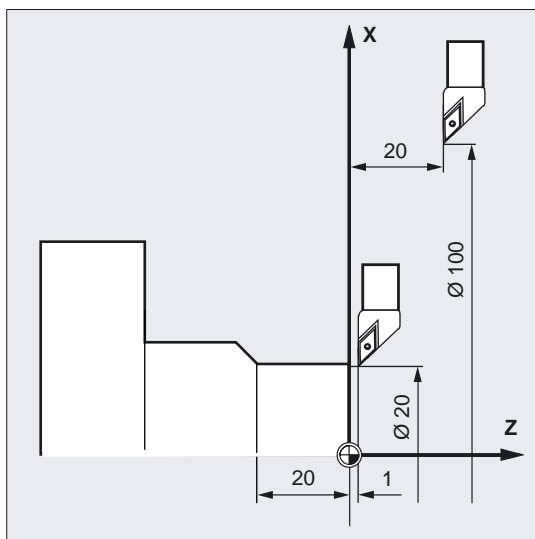
Die "klassische" Vorgehensweise:

Werkzeugaufruf, Werkzeug einwechseln, Arbeitsebene und Werkzeugradiuskorrektur einschalten.



Programmcode	Kommentar
N10 G0 Z100	; Freifahren zum Werkzeugwechsel
N20 G17 T1 M6	; Werkzeugwechsel
N30 G0 X0 Y0 Z1 M3 S300 D1	; Werkzeugkorrekturwerte aufrufen, Längenkorrektur anwählen
N40 Z-7 F500	; Werkzeug zustellen
N50 G41 X20 Y20	; Werkzeugradiuskorrektur einschalten, Werkzeug arbeitet links von der Kontur
N60 Y40	; Kontur fräsen
N70 X40 Y70	
N80 X80 Y50	
N90 Y20	
N100 X20	
N110 G40 G0 Z100 M30	; Werkzeug freifahren, Programm-Ende

Beispiel 1: Drehen

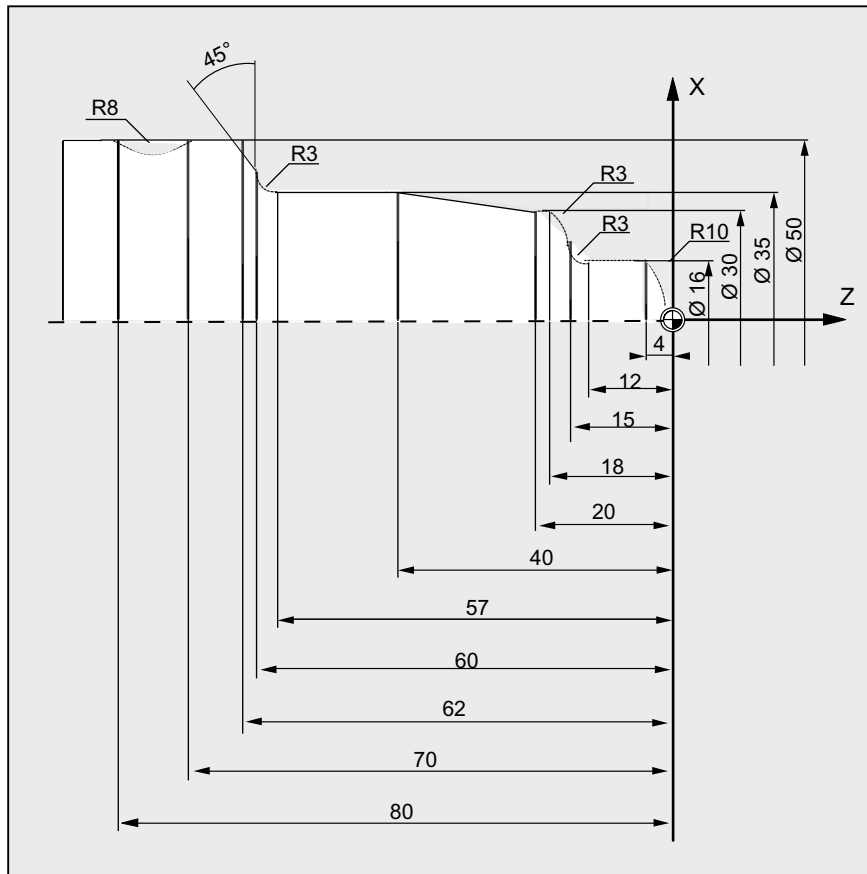


```
N20 T1 D1  
N30 G0 X100 Z20  
N40 G42 X20 Z1  
N50 G1 Z-20 F0.2
```

Im Satz N20 wird nur die Werkzeuglängenkorrektur eingeschaltet. Im Satz N30 wird X100 Z20 unkorrigiert angefahren.

Im Satz N40 wird die Radiuskorrektur eingeschaltet, der Punkt X20/Z1 wird korrigiert angefahren.

Beispiel 2: Drehen



Programmcode	Kommentar
N5 G0 G53 X280 Z380 D0	; Startpunkt
N10 TRANS X0 Z250	; Nullpunktverschiebung
N15 LIMS=4000	; Drehzahlbegrenzung (G96)
N20 G96 S250 M3	; konstanten Vorschub anwählen
N25 G90 T1 D1 M8	; Werkzeuganwahl und Korrektur anwählen
N30 G0 G42 X-1.5 Z1	; Werkzeug anstellen mit Werkzeugradiuskorrektur
N35 G1 X0 Z0 F0.25	
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10	; Radius 10 drehen
N45 G1 Z-12	
N50 G2 X22 Z-15 CR=3	; Radius 3 drehen
N55 G1 X24	
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3	; Radius 3 drehen
N65 G1 Z-20	
N70 X35 Z-40	
N75 Z-57	

Programmcode	Kommentar
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Radius 3 drehen
N85 G1 X46	
N90 X52 Z-63	
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9	; Werkzeugradiuskorrektur abwählen und Werkzeugwechsellpunkt anfahren
N100 T2 D2	; Werkzeug aufrufen und Korrektur anwählen
N105 G96 S210 M3	; konstante Schnittgeschwindigkeit anwählen
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8	; Werkzeug anstellen mit Werkzeugradiuskorrektur
N115 G1 Z-70 F0.12	; Durchmesser 50 drehen
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5	; Radius 8 drehen
N125 G0 G40 X100 Z50 M9	; Werkzeug abheben und Werkzeugradiuskorrektur abwählen
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5	; Werkzeugwechsellpunkt verfahren
N135 M30	; Programm-Ende

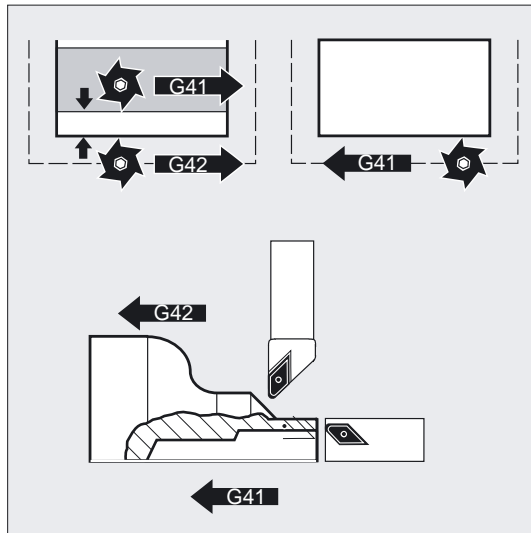
Beschreibung

Für die Berechnung der Werkzeugwege benötigt die Steuerung folgende Informationen:

- Werkzeugnr. T/Schneidennr. D
- Bearbeitungsrichtung G41, G42
- Arbeitsebene G17 bis G19

Werkzeugnr. T/Schneidennr. D

Falls erforderlich auch eine Werkzeugkorrekturnummer D. Aus den Fräserradien bzw. Schneidenradien und Angaben zur Schneidenlage wird der Abstand zwischen Werkzeugbahn und Werkstückkontur berechnet.



Bei flacher D-Nr. Struktur muss nur die D-Nummer programmiert werden.

Bearbeitungsrichtung G41, G42

Hieraus erkennt die Steuerung die Richtung, in die die Werkzeugbahn verschoben werden soll.

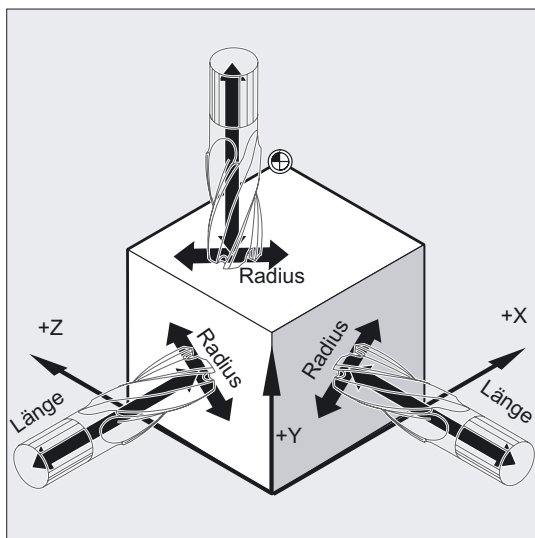
Hinweis

Ein negativer Korrekturwert ist gleichbedeutend mit einem Wechsel der Korrekturseite (G41, G42).

Mit OFFN können Sie äquidistante Bahnen erzeugen, z. B. zum Grobschlichten.

Arbeitsebene G17 bis G19

Hieraus erkennt die Steuerung die Ebene und damit die Achsrichtungen, in denen korrigiert wird.



Beispiel Fräswerkzeuge

N10 G17 G41 ...

Die Werkzeugradiuskorrektur erfolgt in der X/Y-Ebene, die Werkzeuglängenkorrektur in Z-Richtung.

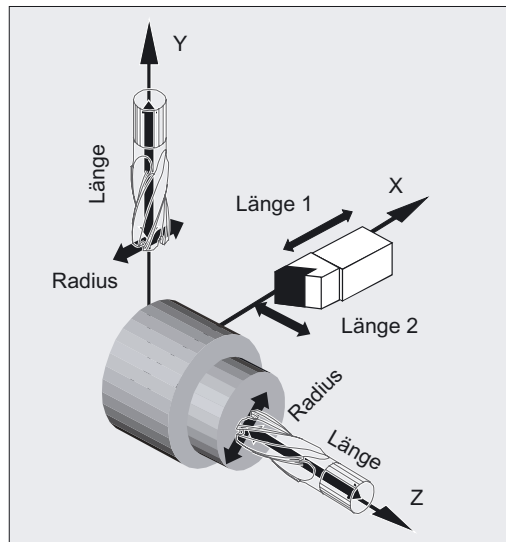
Hinweis

Bei 2-Achs-Maschinen ist die Werkzeugradiuskorrektur nur in "echten" Ebenen möglich, in der Regel bei G18 (siehe Tabelle Werkzeuglängenkorrektur).

Werkzeuglängenkorrektur

Der bei Werkzeuganwahl der Durchmesserachse zugeordneten Verschleißparameter kann (MD) als Durchmesserwert definiert werden. Bei einem nachfolgenden Ebenenwechsel wird diese Zuordnung nicht automatisch verändert. Dafür muss das Werkzeug nach Ebenenwechsel neu angewählt werden.

Drehen:



Mit NORM und KONT können Sie die Werkzeugbahn beim Ein- und Ausschalten des Korrekturbetriebs festlegen (siehe Kapitel "Kontur anfahren und verlassen" NORM, KONT, G450, G451).

VORSICHT

Ein-/Ausschalten der Werkzeugradiuskorrektur

Im NC-Satz mit G40, G41 oder G42 muss ein Fahrbefehl mit G0 oder G1 programmiert werden. In diesem Fahrbefehl muss mindestens eine Achse der gewählten Arbeitsebene angegeben werden.

Wenn Sie beim Einschalten nur eine Achse angeben, wird die letzte Position der zweiten Achse automatisch ergänzt und in **beiden** Achsen verfahren.

Die beiden Achsen müssen als GEOAX im Kanal aktiv sein. Dies kann durch Programmierung mit GEOAX sichergestellt werden.

Schnittpunkt

Schnittpunkt auswählen mit SD 42496: CUTCOM_CLSD_CONT

FALSE:

Ergeben sich bei einer (nahezu) geschlossenen Kontur, die aus zwei aufeinanderfolgenden Kreissätzen oder einem Kreis- und einem Linearsatz besteht, bei Korrektur an der Innenseite zwei Schnittpunkte, so wird entsprechend dem Standardverfahren der Schnittpunkt gewählt, der auf der ersten Teilkontur näher am Satzende liegt.

Eine Kontur wird dann als (nahezu) geschlossen betrachtet, wenn der Abstand zwischen dem Startpunkt des ersten Satzes und dem Endpunkt des zweiten Satzes kleiner ist als 10% des wirksamen Korrekturradius aber nicht größer als 1000 Weginkremente (entspricht 1mm bei 3 Nachkommastellen).

TRUE:

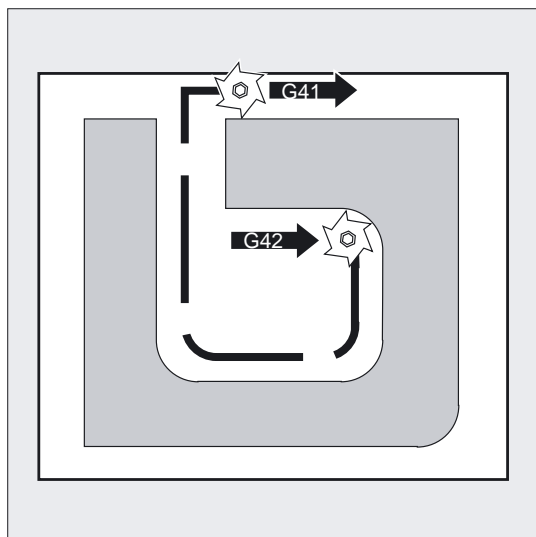
In der gleichen Situation wie oben beschrieben wird der Schnittpunkt gewählt, der auf der ersten Teilkontur näher am Satzanfang liegt.

Wechsel der Korrekturrichtung

G41/G42, G42/G41 kann ohne zwischengeschaltetes G40 programmiert werden.

Wechsel der Arbeitsebene

Ein Wechsel der Arbeitsebene G17 bis G19 ist bei eingeschaltetem G41/G42 nicht möglich.



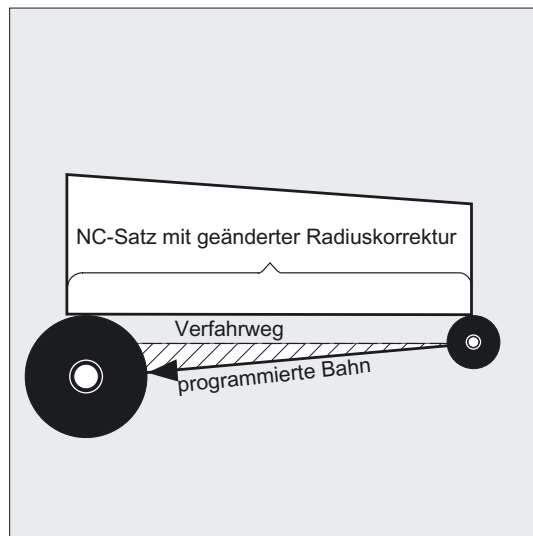
Wechsel der Korrekturnummer D

Die Korrekturnummer D kann im Korrekturbetrieb gewechselt werden.

Ein veränderter Werkzeugradius gilt bereits ab dem Satz, in dem die neue D-Nummer steht.

VORSICHT

Die Radiusänderung bzw. Ausgleichsbewegung erstreckt sich über den gesamten Satz und erreicht erst im programmierten Endpunkt den neuen äquidistanten Abstand.



Bei Linearbewegungen fährt das Werkzeug auf einer schräg liegenden Bahn zwischen Anfangs- und Endpunkt, bei Kreisinterpolationen entstehen Spiralbewegungen.

Änderung des Werkzeugradius

Zum Beispiel mit Systemvariablen. Im Ablauf gilt gleiches wie beim Wechsel der Korrekturnummer D.

 VORSICHT

Die geänderten Werte werden erst nach erneuter T- oder D-Programmierung wirksam. Die Änderung gilt erst im nächsten Satz.

Hinweis

Korrekturbetrieb

Der Korrekturbetrieb darf nur von einer bestimmten Anzahl aufeinanderfolgender Sätze oder M-Befehle unterbrochen werden, die keine Fahrbefehle bzw. Wegangaben in der Korrekturebene enthalten: Standard 3.

Maschinenhersteller

Die Anzahl aufeinanderfolgender Sätze oder M-Befehle ist über das Maschinendatum 20250 einstellbar (siehe Maschinenhersteller).

Hinweis

Ein Satz mit Bahnweg Null zählt ebenfalls als Unterbrechung!

10.2 Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT)

Funktion

Mit diesen Funktionen können Sie die An- und Abfahrwege z. B. an den gewünschten Konturverlauf oder an Rohteilformen anpassen.

Als Original An-/Abfahrätze für die beiden Funktionen `KONTC` und `KONTT` sind nur `G1`-Sätze zulässig. Diese werden von der Steuerung durch Polynome für die entsprechende Anfahr-/Abfahrbahn ersetzt.

Syntax

NORM
KONT
KONTC
KONTT

Bedeutung

NORM	Werkzeug fährt direkt auf einer Geraden und steht senkrecht zum Konturpunkt
KONT	Das Werkzeug umfährt den Konturpunkt nach programmiertem Eckenverhalten <code>G450</code> bzw. <code>G451</code> .
KONTC	Werkzeug erreicht/verlässt Konturpunkt krümmungsstetig. Krümmungsstetig schließt tangenstetig mit ein. Siehe unten. Krümmungsstetig bedeutet beschleunigungsstetig.
KONTT	Werkzeug erreicht/verlässt Konturpunkt tangenstetig. Tangenstetig ist i. a. nicht beschleunigungsstetig.

KONTC

Der Konturpunkt wird krümmungsstetig angefahren/verlassen. Am Konturpunkt tritt kein Beschleunigungssprung auf. Die Bahn vom Ausgangspunkt zum Konturpunkt wird als Polynom interpoliert.

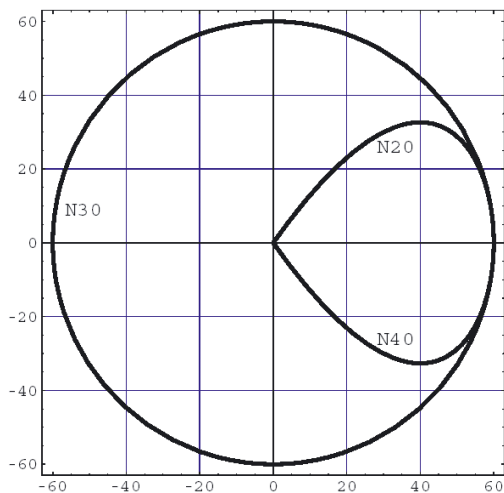
KONTT

Der Konturpunkt wird tangenstetig angefahren/verlassen. Am Konturpunkt kann ein Beschleunigungssprung auftreten. Die Bahn vom Ausgangspunkt zum Konturpunkt wird als Polynom interpoliert.

Beispiel KONTC

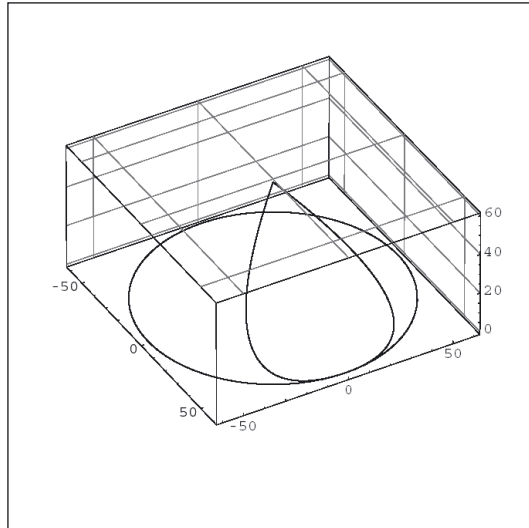
In der Kreismitte beginnend wird an den Vollkreis angefahren. Dabei sind im Satzendpunkt des Anfahrsetzes dessen Richtung und dessen Krümmungsradius gleich den Werten des folgenden Kreises. In den beiden An-/Abfahrsetzen wird gleichzeitig in Z-Richtung zugestellt. Das nebenstehende Bild zeigt die senkrechte Projektion der Bahn.

Das zugehörige NC-Programmsegment sieht folgendermaßen aus:



Programmcode	Kommentar
\$TC_DP1[1,1]=121	; Fräser
\$TC_DP6[1,1]=10	; Radius 10 mm
N10 G1 X0 Y0 Z60 G64 T1 D1 F10000	
N20 G41 KONTC X70 Y0 Z0	; anfahren
N30 G2 I-70	; Vollkreis
N40 G40 G1 X0 Y0 Z60	; abfahren
N50 M30	

Räumliche Darstellung: Gleichzeitig zur Anpassung der Krümmung an die Kreisbahn des Vollkreises wird von $Z60$ auf die Ebene des Kreises $Z0$ verfahren.

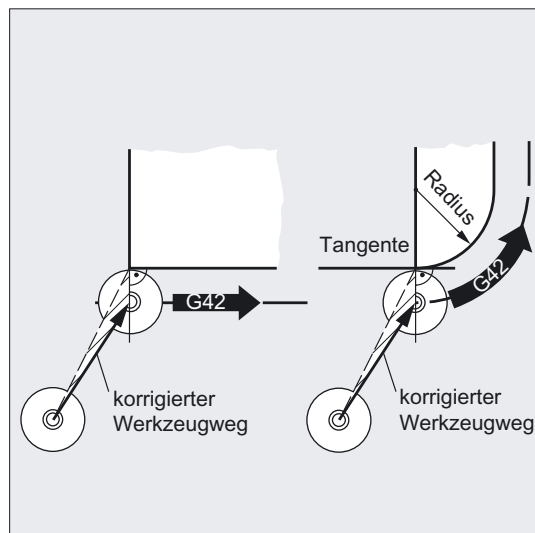


Direktes Anfahren auf senkrechte Position, G41, G42, NORM

Das Werkzeug fährt direkt auf einer Geraden die Kontur an und wird senkrecht zur Bahntangente im Anfangspunkt ausgerichtet.

Wahl des Anfahrpunkts

Bei eingeschaltetem NORM fährt das Werkzeug, unabhängig von dem durch die programmierte Fahrbewegung vorgegebenen Anfahrwinkel, direkt auf die korrigierte Startposition (siehe Bild).

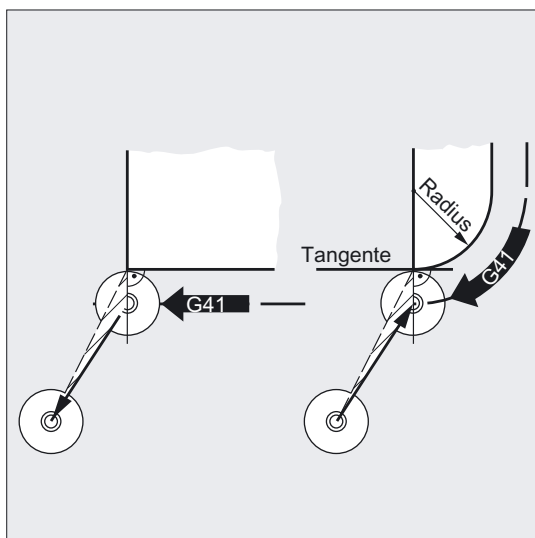



Korrekturbetrieb ausschalten, G40, NORM

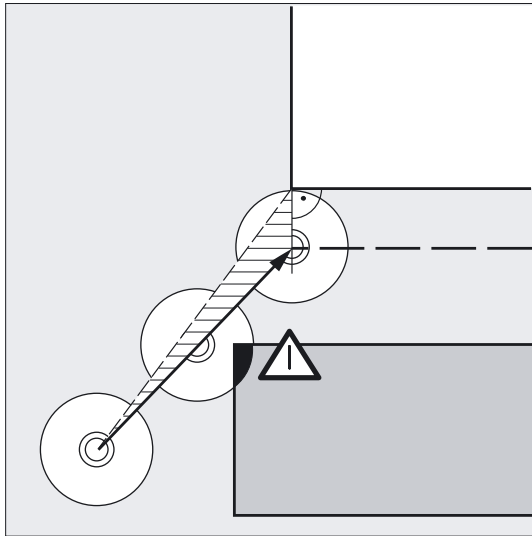
Das Werkzeug steht in senkrechter Position zum letzten korrigierten Bahn-Endpunkt und fährt dann direkt auf einer Geraden zur nächsten, unkorrigierten Position, z. B. zum Werkzeugwechsellpunkt.

Wahl des Abfahrpunkts

Bei eingeschaltetem NORM fährt das Werkzeug, unabhängig von dem durch die programmierte Fahrbewegung vorgegebenen Anfahrwinkel, direkt auf die unkorrigierte Position (siehe Bild).



 WARNUNG
Für An- und Abfahrbewegung gilt: Berücksichtigen Sie bei der Programmierung die veränderten Fahrwinkel, um eventuelle Kollisionen zu vermeiden.



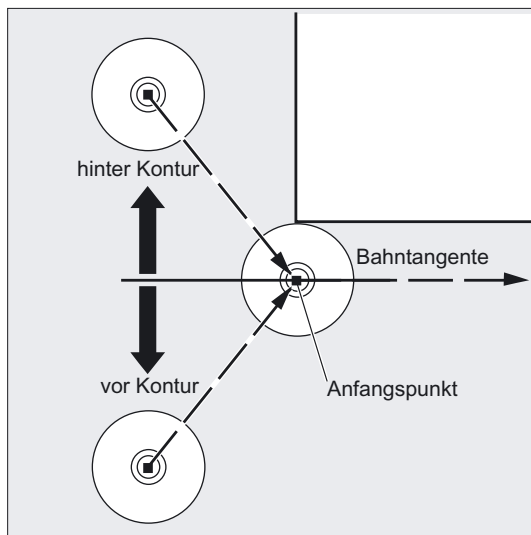
Kontur im Anfangspunkt umfahren, G41, G42, KONT

Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Anfangspunkt liegt vor der Kontur

Anfahrstrategie wie bei NORM.

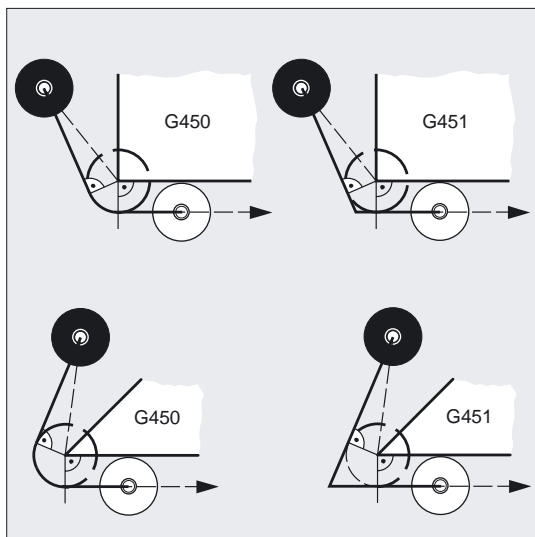
Die Bahntangente im Anfangspunkt gilt als Trennlinie zwischen **vor** und **hinter** der Kontur.



2. Anfangspunkt liegt hinter der Kontur

Das Werkzeug umfährt den Anfangspunkt, je nach programmiertem Eckenverhalten G450/G451 auf einer Kreisbahn oder über den Schnittpunkt der Äquidistanten.

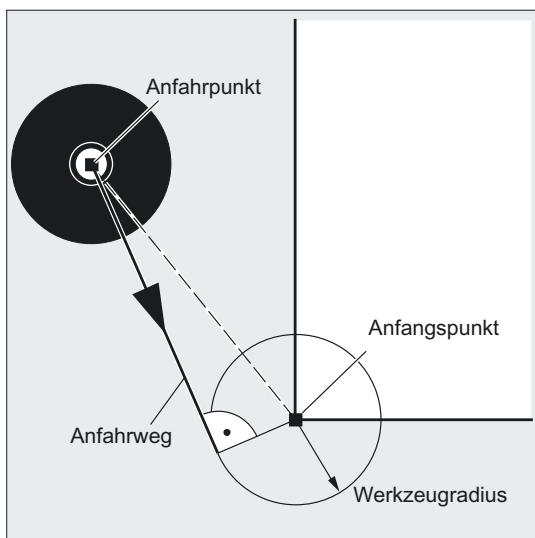
Die Befehle G450/G451 gelten für den Übergang vom aktuellen Satz zum nächsten Satz.



Generierung des Anfahrwegs

In beiden Fällen (G450/G451) wird folgender Anfahrweg erzeugt:

Vom unkorrigierten Anfangspunkt wird eine Gerade gezogen, die einen Kreis mit Kreisradius = Werkzeugradius tangiert. Der Kreismittelpunkt liegt im Anfangspunkt.



Korrekturbetrieb ausschalten, G40, KONT

Liegt der Abfahrtpunkt vor der Kontur, gilt für die Abfahrbewegung gleiches wie bei NORM.

Liegt der Abfahrtpunkt hinter der Kontur, gilt, in umgekehrter Reihenfolge, gleiches wie beim Anfahren.

Voraussetzung für KONTC und KONTT

Die beiden Funktionen KONTC und KONTT stehen nur zur Verfügung, wenn in der Steuerung Polynominterpolation freigegeben ist.

Beschreibung KONTC und KONTT

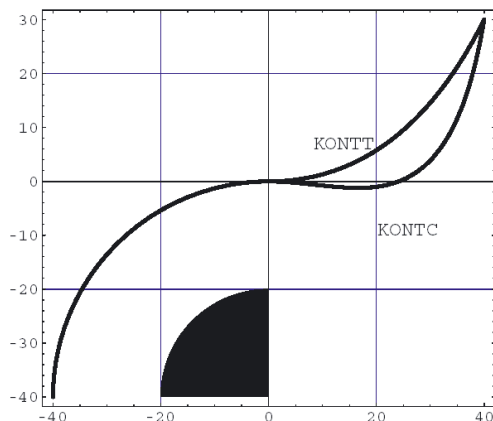
Die Stetigkeitsbedingungen werden in allen drei Achsen eingehalten. Damit wird es zulässig, gleichzeitig eine Wegkomponente senkrecht zur Korrektorebene zu programmieren

Ausschluss:

KONTT und KONTC stehen bei den 3D-Varianten der Werkzeugradiuskorrektur (CUT3DC, CUT3DCC, CUT3DF) nicht zur Verfügung.

Werden sie dennoch programmiert, wird steuerungsintern ohne Fehlermeldung auf NORM umgeschaltet.

Unterschied KONTC und KONTT



In diesem Bild ist das unterschiedliche An-/Abfahrverhalten bei KONTT und KONTC dargestellt. Ein Kreis mit dem Radius 20 mm um den Mittelpunkt bei X0 Y-40 wird mit einem Werkzeug mit 20 mm Radius an der Außenseite korrigiert. Es ergibt sich deshalb eine kreisförmige Bewegung des Werkzeugmittelpunkts mit dem Radius 40 mm. Der Endpunkt des Abfahrsetzes liegt bei X40 Y30. Der Übergang zwischen dem Kreissatz und dem Abfahrsetz liegt im Nullpunkt. Wegen der verlangten Krümmungsstetigkeit bei KONTC führt der Abfahrsetz zunächst eine Bewegung mit negativer Y-Komponente aus. Dies wird häufig unerwünscht sein. Der Abfahrsetz mit KONTT zeigt dieses Verhalten nicht. Allerdings tritt in diesem Fall am Satzübergang ein Beschleunigungssprung auf.

Ist der KONTT- bzw. KONTC-Satz nicht der Ab- sondern der Anfahrsetz, ergibt sich exakt die gleiche Kontur, die lediglich in umgekehrter Richtung durchlaufen wird.

10.3 Korrektur an den Außenecken (G450, G451, DISC)

Funktion

Mit G450/G451 legen Sie folgendes fest:

Zum einen den Anfahrweg bei aktivem KONT und Anfahrpunkt hinter der Kontur (siehe Kapitel "Kontur anfahren und verlassen").

Zum anderen die korrigierte Werkzeugbahn beim Umfahren von Außenecken.

Syntax

G450 DISC=...

G451

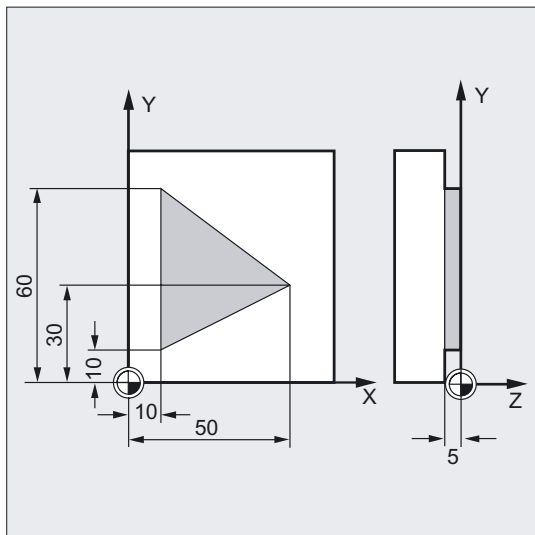
Bedeutung

G450	Übergangskreis, das Werkzeug umfährt Werkstückecken auf einer Kreisbahn mit Werkzeugradius
DISC=	Flexible Programmierung der An- und Abfahranweisung. In 1er-Schritten von DISC=0 Kreis bis DISC=100 Schnittpunkt
G451	Schnittpunkt, das Werkzeug schneidet in der Werkstückecke frei

DISC=... wirkt nur mit Aufruf von G450, kann allerdings in einem vorherigen Satz ohne G450 programmiert werden. Beide Befehle sind modal wirksam.

Beispiel

In diesem Beispiel wird bei allen Außenecken ein Übergangsradius eingefügt (progr. in Satz N30). Hierdurch vermeidet man, dass das Werkzeug zum Richtungswechsel stehen bleiben muss und freischneidet.

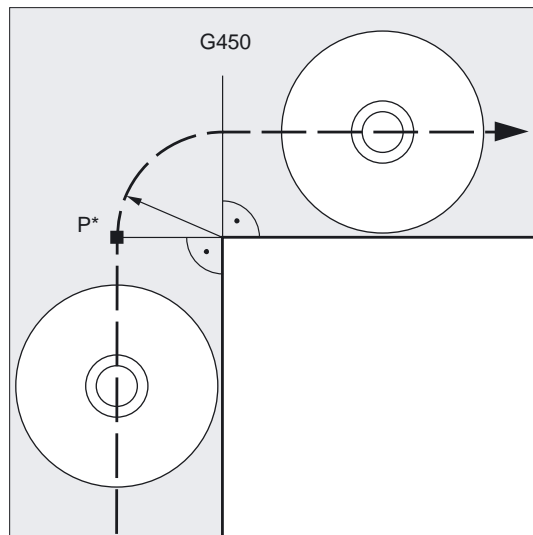


Programmcode	Kommentar
N10 G17 T1 G0 X35 Y0 Z0 F500	; Startbedingungen
N20 G1 Z-5	; Werkzeug zustellen
N30 G41 KONT G450 X10 Y10	; Korrekturbetrieb einschalten
N40 Y60	; Fräsen der Kontur
N50 X50 Y30	
N60 X10 Y10	
N80 G40 X-20 Y50	; Korrekturbetrieb ausschalten, Wegfahren auf Übergangskreis
N90 G0 Y100	
N100 X200 M30	

Eckenverhalten, Übergangskreis, G41, G42, G450

Der Werkzeugmittelpunkt umfährt die Werkstückecke auf einem Kreisbogen mit Werkzeugradius.

Im Zwischenpunkt P* führt die Steuerung Anweisungen durch, wie z. B. Zustellbewegungen oder Schaltfunktionen. Diese Anweisungen werden in Sätzen programmiert, die zwischen den beiden Sätzen liegen, die die Ecke bilden.



Der Übergangskreis gehört datentechnisch zum anschließenden Fahrbefehl.

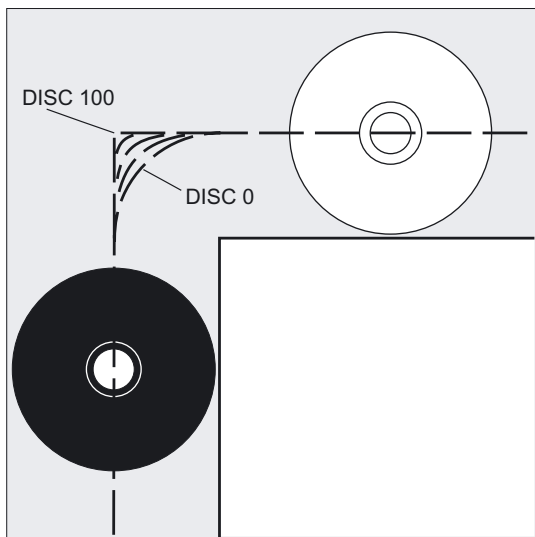
Eckenverhalten, wählbare Übergänge G41, G42, G450 DISC=...

Mit DISC können Sie den Übergangskreis verzerren und damit scharfe Konturecken herstellen.

Hierbei bedeuten:

DISC=0 Übergangskreis

DISC=100 Schnittpunkt der Äquidistanten (theoretischer Wert)



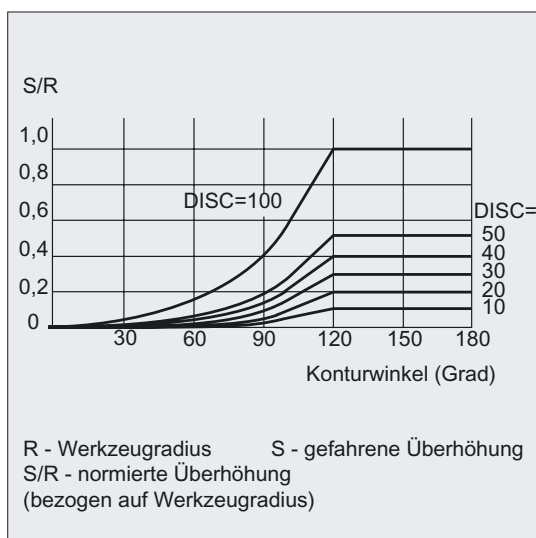
Die Programmierung von DISC erfolgt in 1er-Schritten.

Bei Angabe von DISC-Werten größer 0 werden Zwischenkreise überhöht dargestellt, hierbei entstehen Übergangsellipsen bzw. Parabeln oder Hyperbeln.

Über Maschinendatum kann ein oberer Grenzwert festgelegt werden, in der Regel DISC=50.

Fahrverhalten, abhängig von DISC-Werten und Konturwinkel

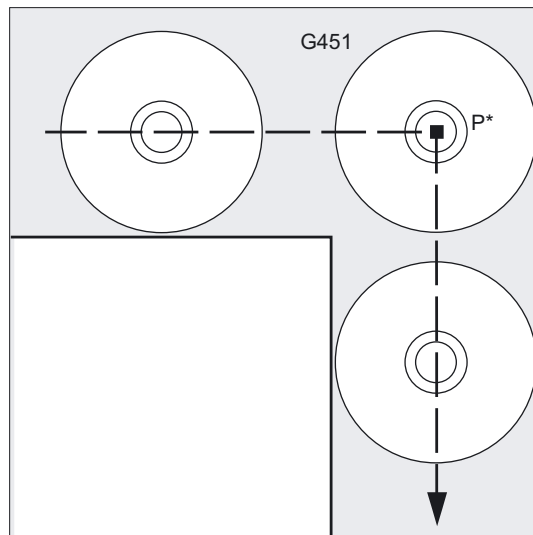
Abhängig vom zu umfahrenden Konturwinkel hebt das Werkzeug bei spitzen Konturwinkeln und hohen DISC-Werten an den Ecken von der Kontur ab. Bei spitzen Winkeln ab 120° wird die Kontur gleichmäßig umfahren (siehe nebenstehende Tabelle).



Eckenverhalten, Schnittpunkt, G41, G42, G451

Das Werkzeug fährt den Schnittpunkt der beiden Äquidistanten an, die im Abstand Werkzeugradius zur programmierten Kontur liegen. G451 gilt nur für Geraden und Kreise.

Im Zwischenpunkt P* führt die Steuerung Anweisungen durch, wie z. B. Zustellbewegungen oder Schaltfunktionen. Diese Anweisungen werden in Sätzen programmiert, die zwischen den beiden Sätzen liegen, die die Ecke bilden.



Hinweis

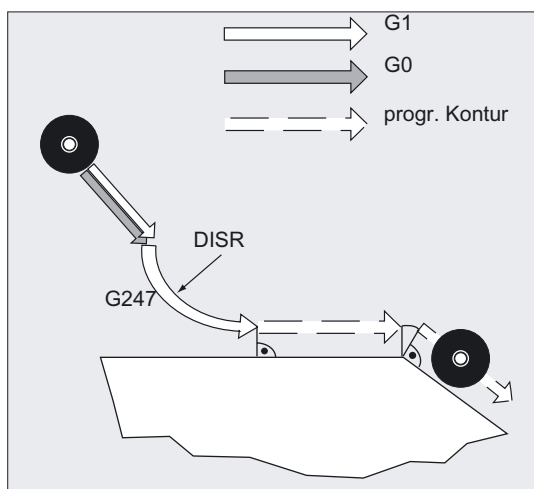
Bei spitzen Konturwinkeln können durch Abhebebewegungen überflüssige Leerwege des Werkzeugs entstehen. Über Maschinendatum lässt sich festlegen, dass in solchen Fällen automatisch auf Übergangskreis umgeschaltet wird.

10.4 Weiches An- und Abfahren

10.4.1 An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, FAD)

Funktion

Die Funktion weiches An- und Abfahren (WAB) dient dazu, im Startpunkt einer Kontur unabhängig von der Lage des Ausgangspunktes tangential anzufahren.



Die Funktion wird vorwiegend in Verbindung mit der Werkzeugradiuskorrektur eingesetzt, das ist jedoch nicht zwingend.

Die An- und Abfahrbewegung besteht aus maximal 4 Teilbewegungen:

- Startpunkt der Bewegung P_0
- Zwischenpunkte P_1 , P_2 und P_3
- Endpunkt P_4

Die Punkte P_0 , P_3 und P_4 sind immer definiert. Die Zwischenpunkte P_1 und P_2 können je nach Parametrierung und geometrischen Verhältnissen entfallen.

Syntax

G140
G141 bis G143
G147, G148
G247, G248
G347, G348
G340, G341
DISR=..., DISCL=..., FAD=...

Bedeutung

G140 An- und Abfahrrichtung abhängig von der aktuellen Korrekturseite (Grundstellungswert)

G141 Anfahren von links bzw. Abfahren nach links

G142 Anfahren von rechts bzw. Abfahren nach rechts

G143 An- bzw. Abfahrrichtung abhängig von der relativen Lage von Start- bzw. Endpunkt zur Tangentenrichtung

G147 Anfahren mit einer Geraden

G148 Abfahren mit einer Geraden

G247 Anfahren mit einem Viertelkreis

G248 Abfahren mit einem Viertelkreis

G347 Anfahren mit einem Halbkreis

G348 Abfahren mit einem Halbkreis

G340 An- und Abfahren räumlich (Grundstellungswert)

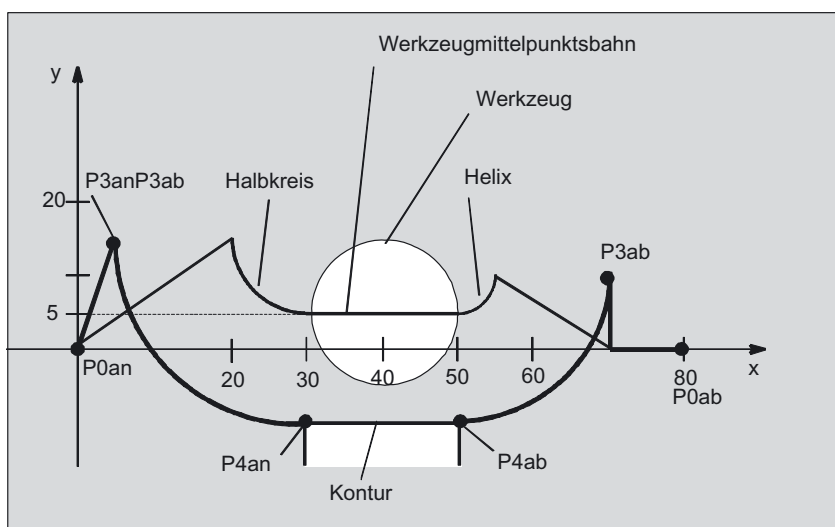
G341 An- und Abfahren in der Ebene

DISR **An- und Abfahren mit Geraden (G147/G148)**
Abstand der Fräserkante vom Startpunkt der Kontur
An- und Abfahren mit Kreisen (G247, G347/G248, G348)
Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn
Achtung: Bei REPOS mit einem Halbkreis bezeichnet DISR den Kreisdurchmesser

DISCL DISCL=... Abstand des Endpunktes der schnellen Zustellbewegung von der Bearbeitungsebene
DISCL=AC(...) Angabe der absoluten Lage des Endpunktes der schnellen Zustellbewegung

- FAD Geschwindigkeit der langsamen Zustellbewegung
- FAD=... der programmierte Wert wirkt entsprechend dem G-Code der Gruppe 15 (Vorschub; G93, G94 usw.)
- FAD=PM(...) der programmierte Wert wird unabhängig vom aktiven G-Code, Gruppe 15 als Linearvorschub (wie G94) interpretiert
- FAD=PR(...) der programmierte Wert wird unabhängig vom aktiven G-Code, Gruppe 15 als Umdrehungsvorschub (wie G95) interpretiert

Beispiel



- Weiches Anfahren (Satz N20 aktiviert)
- Anfahrbewegung mit Viertelkreis (G247)
- Anfahrriechung nicht programmiert, es wirkt G140, d. h. WRK ist aktiv (G41)
- Konturoffset OFFN=5 (N10)
- Aktueller Werkzeugradius=10, damit ist der effektive Korrekturradius für WRK=15, der Radius der WAB-Kontur=25, so dass Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn gleich DISR=10 wird
- Endpunkt des Kreises ergibt sich aus N30, da in N20 nur Z-Position programmiert ist

- Zustellbewegung
 - Von Z20 nach Z7 (DISCL=AC(7)) im Eilgang.
 - Anschließend nach Z0 mit FAD=200.
 - Anfahrkreis in X-Y-Ebene und Folgesätze mit F1500 (damit diese Geschwindigkeit in den Folgesätzen wirksam wird, muss der aktive G0 in N30 mit G1 überschrieben werden, andernfalls würde die Kontur mit G0 weiter bearbeitet werden).
- Weiches Abfahren (Satz N60 aktiviert)
- Abfahrbewegung mit Viertelkreis (G248) und Helix (G340)
- FAD nicht programmiert, da bei G340 ohne Bedeutung
- Z=2 im Startpunkt; Z=8 im Endpunkt, da DISCL=6
- Bei DISR=5 ist Radius der WAB-Kontur=20, der Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn=5

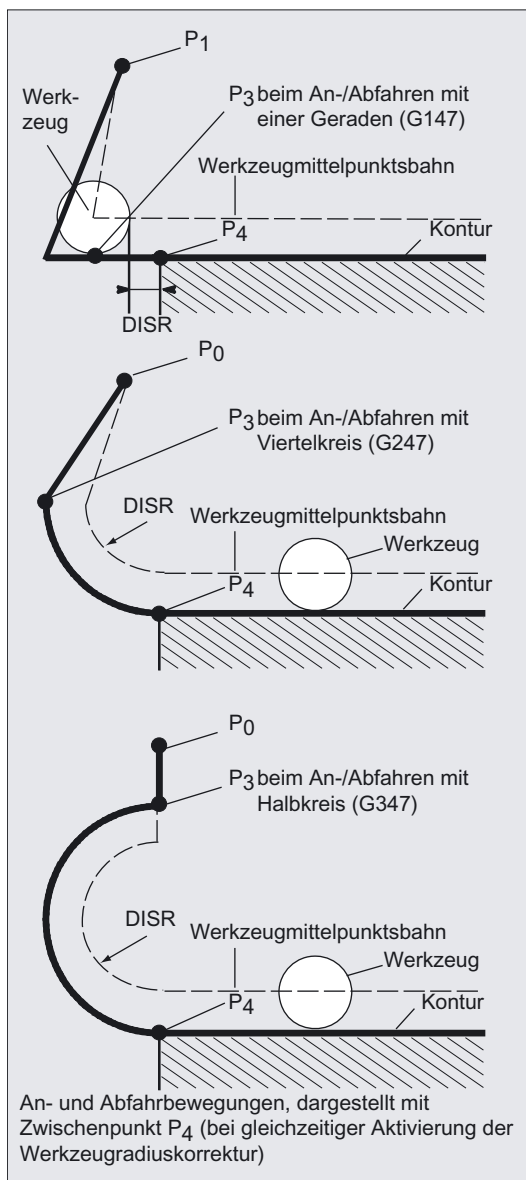
Wegfahrbewegungen von Z8 nach Z20 und die Bewegung parallel zur X-Y Ebene zu X70 Y0.

Programmcode	Kommentar
\$TC_DP1[1,1]=120	; Werkzeugdefinition T1/D1
\$TC_DP6[1,1]=10	; Radius
N10 G0 X0 Y0 Z20 G64 D1 T1 OFFN = 5	; (P0an)
N20 G41 G247 G341 Z0	; Anfahren (P3an)
DISCL = AC(7) DISR = 10 F1500 FAD=200	
N30 G1 X30 Y-10	; (P4an)
N40 X40 Z2	
N50 X50	; (P4ab)
N60 G248 G340 X70 Y0 Z20 DISCL = 6 DISR = 5	; Abfahren (P3ab)
G40 F10000	
N70 X80 Y0	; (P0ab)
N80 M30	

Wahl der An- bzw. Abfahrkontur

Mit dem entsprechenden G-Befehl kann mit

- einer Geraden (G147, G148),
- einem Viertelkreis (G247, G248) oder
- einem Halbkreis (G347, G348) an- bzw. abgefahren werden.



Wahl der An- bzw. Abfahrrichtung

Bestimmung der An- und Abfahrrichtung mit Hilfe der Werkzeugradiuskorrektur (G140, Grundstellungswert) bei positivem Werkzeugradius:

- G41 aktiv → anfahren von links
- G42 aktiv → anfahren von rechts

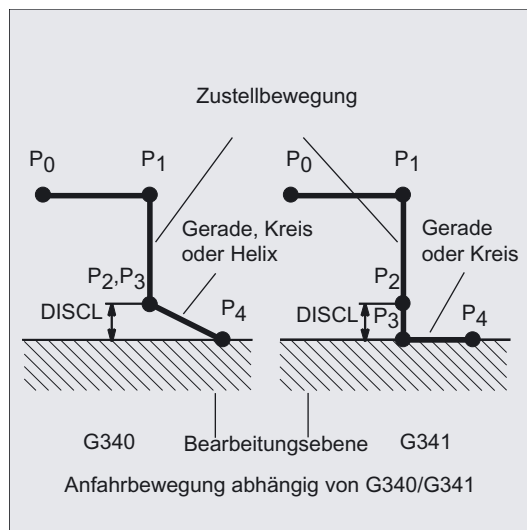
Weitere Anfahrmöglichkeiten sind mit G141, G142 und G143 gegeben.

Beschreibung

Diese G-Codes sind nur dann von Bedeutung, wenn die Anfahrkontur ein Viertel- oder Halbkreis ist.

Aufteilung der Bewegung vom Start- zum Endpunkt (G340 und G341)

Das charakteristische Anfahren von P₀ bis P₄ ist im nebenstehenden Bild dargestellt.



In den Fällen, in denen die Lage der aktiven Ebene G17 bis G19 eingeht (Kreisebene, Helixachse, Zustellbewegung senkrecht zur aktiven Ebene), wird ein eventuell aktiver drehender FRAME berücksichtigt.

Länge der Anfahrgerade bzw. Radius bei Anfahrkreisen (DISR) (siehe Bild bei Wahl der An- bzw. Abfahrkontur)

- An-/Abfahren mit Geraden
DISR gibt den Abstand der Fräserkante vom Startpunkt der Kontur an, d. h. die Länge der Geraden ergibt sich bei aktiver WRK als Summe von Werkzeugradius und programmiertem Wert von DISR. Der Werkzeugradius wird nur berücksichtigt, wenn er positiv ist.
Die resultierende Geradenlänge muss positiv sein, d. h. es sind negative Werte für DISR zulässig, solange der Betrag von DISR kleiner als der Werkzeugradius ist.
- An-/Abfahren mit Kreisen
DISR gibt den Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn an. Ist WRK aktiviert, wird ein Kreis mit einem solchen Radius erzeugt, dass auch in diesem Fall die Werkzeugmittelpunktsbahn mit dem programmierten Radius resultiert.

Abstand des Punktes von der Bearbeitungsebene (DISCL) (siehe Bild bei Wahl der An- bzw. Abfahrkontur)

Soll die Position des Punktes P_2 auf der Achse senkrecht zur Kreisebene absolut angegeben werden, ist der Wert in der Form $DISCL=AC(...)$ zu programmieren.

Bei $DISCL=0$ gilt:

- Bei G340: Die gesamte Anfahrbewegung besteht nur noch aus zwei Sätzen (P_1 , P_2 und P_3 fallen zusammen). Die Anfahrkontur wird von P_1 zu P_4 gebildet.
- Bei G341: Die gesamte Anfahrbewegung besteht aus drei Sätzen (P_2 und P_3 fallen zusammen). Liegen P_0 und P_4 in der gleichen Ebene entstehen nur zwei Sätze (Zustellbewegung von P_1 nach P_3 entfällt).
- Es wird überwacht, dass der durch DISCL definierte Punkt zwischen P_1 und P_3 liegt, d. h. bei allen Bewegungen, die eine Komponente senkrecht zur Bearbeitungsebene haben, muss diese Komponente das gleiche Vorzeichen haben.
- Bei der Erkennung der Richtungsumkehr wird eine durch das Maschinendatum `WAB_CLEARANCE_TOLERANCE` definierte Toleranz zugelassen.

Programmierung des Endpunktes P4 beim Anfahren bzw. P0 beim Abfahren

Der Endpunkt wird in der Regel programmiert mit X... Y... Z....

- **Programmieren beim Anfahren**
 - P₄ im WAB-Satz
 - P₄ wird bestimmt durch Endpunkt des nächsten Verfahrssatzes
Zwischen WAB-Satz und nächsten Verfahrssatz können weitere Sätze ohne Bewegung der Geometrieachsen eingefügt werden.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
\$TC_DP1[1,1]=120	; Fräserwerkzeug T1/D1
\$TC_DP6[1,1]=7	; Werkzeug mit 7 mm Radius
N10 G90 G0 X0 Y0 Z30 D1 T1	
N20 X10	
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 Z=0 F1000	
N40 G1 X40 Y-10	
N50 G1 X50	
...	
...	

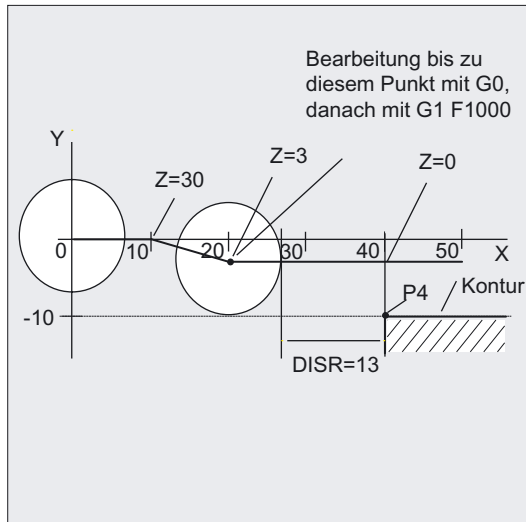
N30/N40 kann ersetzt werden durch:

1.

Programmcode	Kommentar
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 X40 Y-10 Z0 F1000	

2.

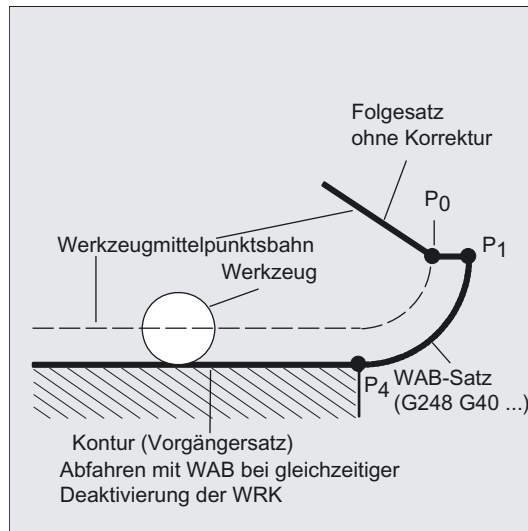
Programmcode	Kommentar
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 F1000	
N40 G1 X40 Y-10 Z0	



• **Programmieren beim Abfahren**

- Beim WAB-Satz ohne programmierte Geometrieachse endet die Kontur in P₂. Die Position in den Achsen, die die Bearbeitungsebene bilden, ergeben sich aus der Wegfahrkontur. Die Achskomponente senkrecht dazu wird durch DISCL definiert. Ist DISCL=0 verläuft Bewegung vollständig in der Ebene.
- Ist im WAB-Satz nur die Achse senkrecht zur Bearbeitungsebene programmiert, endet die Kontur in P₁. Die Position der übrigen Achsen ergibt sich wie vorher beschrieben. Ist der WAB-Satz gleichzeitig Deaktivierungssatz der WRK, so wird ein zusätzlicher Weg von P₁ nach P₀ derart eingefügt, dass sich bei der Deaktivierung der WRK am Ende der Kontur keine Bewegung ergibt.
- Ist nur eine Achse der Bearbeitungsebene programmiert, wird die fehlende 2. Achse aus ihrer letzten Position im Vorgängersatz modal ergänzt.
- Beim WAB-Satz ohne programmierte Geometrieachse endet die Kontur in P₂. Die Position in den Achsen, die die Bearbeitungsebene bilden, ergeben sich aus der Wegfahrkontur. Die Achskomponente senkrecht dazu wird durch DISCL definiert. Ist DISCL=0 verläuft Bewegung vollständig in der Ebene.
- Ist im WAB-Satz nur die Achse senkrecht zur Bearbeitungsebene programmiert, endet die Kontur in P₁. Die Position der übrigen Achsen ergibt sich wie vorher beschrieben. Ist der WAB-Satz gleichzeitig Deaktivierungssatz der WRK, so wird ein zusätzlicher Weg von P₁ nach P₀ derart eingefügt, dass sich bei der Deaktivierung der WRK am Ende der Kontur keine Bewegung ergibt.

- Ist nur eine Achse der Bearbeitungsebene programmiert, wird die fehlende 2. Achse aus ihrer letzten Position im Vorgängersatz modal ergänzt.

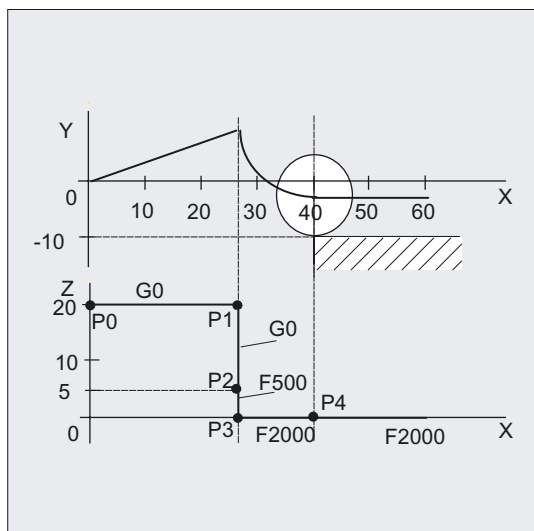


An- bzw. Abfahrgeschwindigkeiten

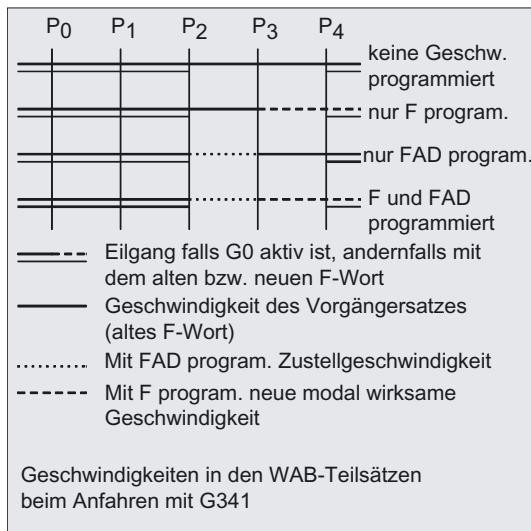
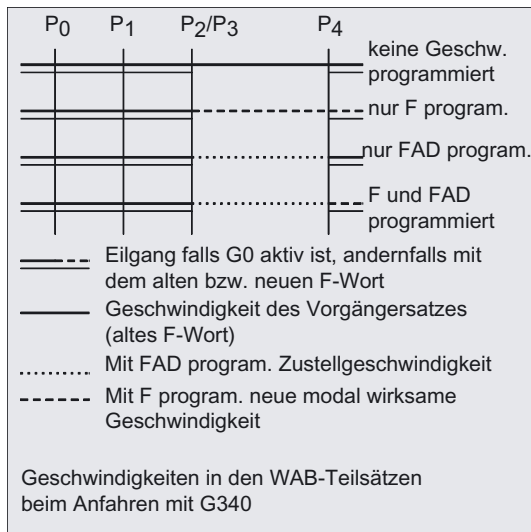
- Geschwindigkeit des Vorgängersatzes (G0):
Mit dieser Geschwindigkeit werden alle Bewegungen von P₀ bis zu P₂ ausgeführt, d. h. die Bewegung parallel zur Bearbeitungsebene und der Teil der Zustellbewegung bis zum Sicherheitsabstand.
- Programmierung mit FAD:
Angabe der Vorschubgeschwindigkeit bei
 - G341: Zustellbewegung senkrecht zur Bearbeitungsebene von P₂ nach P₃
 - G340: von Punkt P₂ bzw. P₃ zum P₄
Wird FAD nicht programmiert, wird dieser Teil der Kontur ebenfalls mit der modal wirksamen Geschwindigkeit des Vorgängersatzes, falls im WAB-Satz kein F-Wort programmiert ist, verfahren.
- Programmierter Vorschub F:
Dieser Vorschubwert ist ab P₃ bzw. P₂ wirksam, falls FAD nicht programmiert ist. Wird im WAB-Satz kein F-Wort programmiert, wirkt die Geschwindigkeit des Vorgängersatzes.

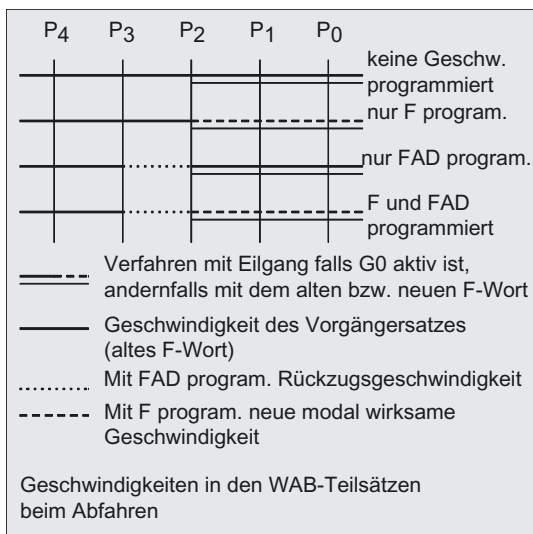
Beispiel:

Programmcode	Kommentar
\$TC_DP1[1,1]=120	; Fräserwerkzeug T1/D1
\$TC_DP6[1,1]=7	; Werkzeug mit 7mm Radius
N10 G90 G0 X0 Y0 Z20 D1 T1	
N20 G41 G341 G247 DISCL=AC(5) DISR=13	
FAD 500 X40 Y-10 Z=0 F200	
N30 X50	
N40 X60	
...	



Beim Abfahren sind die Rollen von modal wirksamem Vorschub aus dem Vorgängersatz und dem im WAB-Satz programmierten Vorschubwert vertauscht, d. h. die eigentliche Abfahrkontur wird mit dem alten Vorschub verfahren, eine neu mit F-Wort programmierte Geschwindigkeit gilt entsprechend ab P₂ bis zum P₀.





Lesen von Positionen

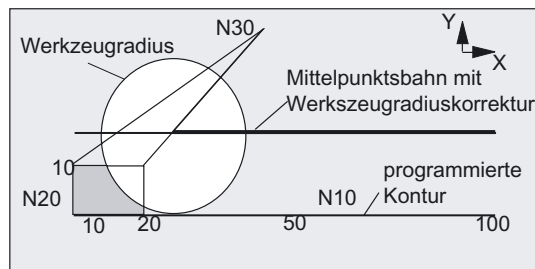
Die Punkte P₃ und P₄ können beim Anfahren als Systemvariable im WKS gelesen werden.

- \$P_APR: Lesen von P₃
- 3 (Aufstartpunkt)
- \$P_AEP: Lesen von P₄
- 4 (Konturanfangspunkt)
- \$P_APDV: Lesen, ob \$P_APR und \$P_AEP gültige Werte enthalten

10.4.2 An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462)

Funktion

In bestimmten geometrischen Sonderfällen werden gegenüber der bisherigen Realisierung mit eingeschalteter Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrstrategie, spezielle erweiterte An- und Abfahrstrategien beim Aktivieren bzw. Deaktivieren der Werkzeugradiuskorrektur benötigt. So kann z. B. eine Kollisionsüberwachung dazu führen, dass ein Abschnitt auf der Kontur nicht vollständig bearbeitet wird, siehe folgendes Bild.



Abfahrverhalten bei G460

Syntax

G460
G461
G462

Bedeutung

- G460 Wie bisher (Einschalten der Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrstrategie)
- G461 Einfügen eines Kreises im WRK-Satz, wenn kein Schnittpunkt möglich ist, dessen Mittelpunkt im Endpunkt des nicht korrigierten Satzes liegt, und dessen Radius gleich dem Werkzeugradius ist.
Bis zum Schnittpunkt wird mit **Hilfskreis** um den Konturendpunkt (also bis Konturende) bearbeitet.
- G462 Einfügen einer Geraden im WRK-Satz, wenn kein Schnittpunkt möglich ist, der Satz wird durch seine Endtangente verlängert (Standardeinstellung)
Bearbeitet wird bis zur **Verlängerung** des letzten Konturelements (also bis kurz vor Konturende).

Hinweis

Das Anfahrverhalten ist symmetrisch zum Abfahrverhalten.

Das An- bzw. Abfahrverhalten wird vom Zustand des G-Befehles im An- bzw. Abfahrstanz bestimmt. Das Anfahrverhalten kann deshalb unabhängig vom Abfahrverhalten eingestellt werden.

Beispiel Abfahrverhalten bei G460

Im folgenden wird immer nur die Situation bei Deaktivieren der Werkzeugradiuskorrektur dargestellt. Das Verhalten beim Anfahren ist dazu völlig analog.

Programmcode	Kommentar
G42 D1 T1	; Werkzeugradius 20mm
...	
G1 X110 Y0	
N10 X0	
N20 Y10	
N30 G40 X50 Y50	

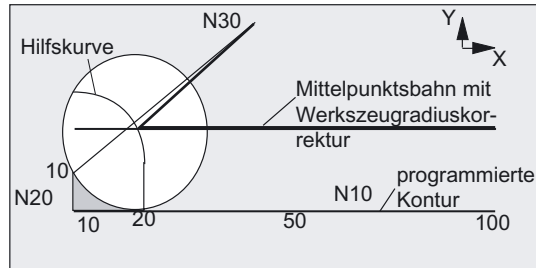
Beispiel Anfahren bei G461

Programmcode	Kommentar
N10 \$TC_DP1[1,1]=120	; Werkzeugtyp Fräser
N20 \$TC_DP6[1,1]=10	; Werkzeugradius
N30 X0 Y0 F10000 T1 D1	
N40 Y20	
N50 G42 X50 Y5 G461	
N60 Y0 F600	
N70 X30	
N80 X20 Y-5	
N90 X0 Y0 G40	
N100 M30	

G461

Wenn kein Schnittpunkt des letzten WRK-Satzes mit einem Vorgängersatz möglich ist, wird die Offsetkurve dieses Satzes mit einem Kreis verlängert, dessen Mittelpunkt im Endpunkt des nicht korrigierten Satzes liegt, und dessen Radius gleich dem Werkzeugradius ist.

Die Steuerung versucht, diesen Kreis mit einem der Vorgängersätze zu schneiden.



Abfahrverhalten bei G461 (siehe Beispiel)

Kollisionsüberwachung CDON, CDOF

Dabei wird bei aktivem CDOF (siehe Abschnitt Kollisionsüberwachung, CDON, CDOF) die Suche abgebrochen, wenn ein Schnittpunkt gefunden wurde, d. h. es wird nicht überprüft, ob auch noch Schnittpunkte mit weiter in der Vergangenheit liegenden Sätzen existieren.

Bei aktivem CDON wird auch dann, wenn bereits ein Schnittpunkt gefunden wurde, nach weiteren Schnittpunkten gesucht.

Ein so gefundener Schnittpunkt ist der neue Endpunkt eines Vorgängersatzes und der Startpunkt des Deaktivierungssatzes. Der eingefügte Kreis dient nur zur Schnittpunktberechnung und hat selbst keine Verfahrbewegung zur Folge.

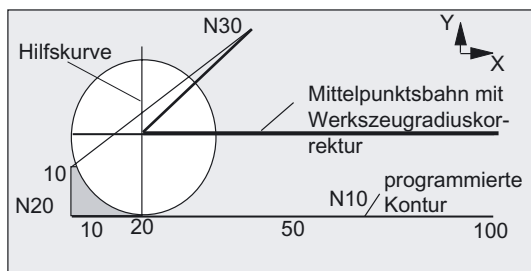
Hinweis

Wird kein Schnittpunkt gefunden, wird der Alarm 10751 (Kollisionsgefahr) ausgegeben.

G462

Wenn kein Schnittpunkt des letzten WRK-Satzes mit einem Vorgängersatz möglich ist, wird beim Abfahren mit G462 (Grundstellung) im Endpunkt des letzten Satzes mit Werkzeugradiuskorrektur eine Gerade eingefügt (der Satz wird durch seine Endtangente verlängert).

Die Schnittpunktsuche verläuft dann identisch zu der bei G461.



Abfahrverhalten bei G462 (siehe Beispiel)

Bei G462 wird die im Beispielprogramm von N10 und N20 gebildete Ecke nicht soweit ausgeräumt, wie es mit dem verwendeten Werkzeug möglich wäre. Dieses Verhalten kann aber dennoch notwendig sein, wenn die Teilekontur (abweichend von der programmierten Kontur) im Beispiel links von N20 auch bei größeren Werten von y als 10 mm nicht verletzt werden darf.

Eckenverhalten bei KONT

Ist KONT aktiv (Kontur im Start- oder Endpunkt umfahren), wird unterschieden, ob der Endpunkt vor oder hinter der Kontur liegt.

- **Endpunkt vor der Kontur**

Liegt der Endpunkt vor der Kontur, ist das Abfahrverhalten gleich wie bei NORM. Diese Eigenschaft ändert sich auch nicht, wenn der letzte Kontursatz bei G451 mit einer Geraden oder einem Kreis verlängert wird. Zusätzliche Umfahrungsstrategien, um eine Konturverletzung in der Nähe des Konturendpunktes zu vermeiden, sind deshalb nicht notwendig.

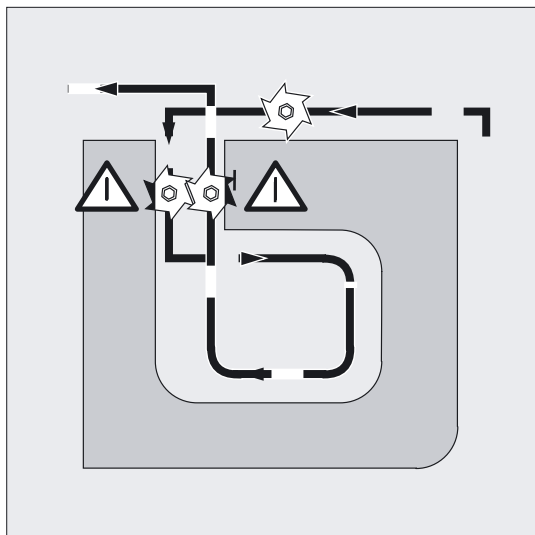
- **Endpunkt hinter der Kontur**

Liegt der Endpunkt hinter der Kontur, wird immer abhängig von G450/G451 ein Kreis bzw. eine Gerade eingefügt. G460 - G462 hat dann keine Bedeutung. Hat der letzte Verfahrersatz in dieser Situation keinen Schnittpunkt mit einem Vorgängersatz, kann sich nun ein Schnittpunkt mit dem eingefügten Konturelement oder mit dem Geradenstück vom Endpunkt des Umfahrungskreises zum programmierten Endpunkt ergeben. Ist das eingefügte Konturelement ein Kreis (G450), und dieses bildet mit dem Vorgängersatz einen Schnittpunkt, ist dieser gleich dem Schnittpunkt, der sich auch bei NORM und G461 ergeben würde. Im allgemeinen bleibt jedoch ein zusätzliches Stück des Kreises zu verfahren. Für den linearen Teil des Abfahrersatzes ist keine Schnittpunktberechnung mehr notwendig. Im zweiten Fall, wenn kein Schnittpunkt des eingefügten Konturelements mit den Vorgängersätzen gefunden wird, wird auf den Schnittpunkt zwischen der Abfahrgeraden und einem Vorgängersatz verfahren. Es kann sich somit bei aktivem G461 bzw. G462 nur dann ein gegenüber G460 verändertes Verhalten ergeben, wenn entweder NORM aktiv ist, oder das Verhalten bei KONT geometrisch bedingt identisch zu dem bei NORM ist.

10.5 Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2)

Funktion

Mit der Kollisionsüberwachung werden bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur durch vorausschauende Konturberechnung die Werkzeugwege überwacht. Hierdurch lassen sich mögliche Kollisionen rechtzeitig erkennen und aktiv durch die Steuerung verhindern.



Die Kollisionsüberwachung kann im NC-Programm ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Syntax

CDON
CDOF
CDOF2

Bedeutung

CDON Befehl zum **Einschalten** der Kollisionsüberwachung.
CDOF Befehl zum **Ausschalten** der Kollisionsüberwachung.
Bei ausgeschalteter Kollisionsüberwachung wird für den aktuellen Satz beim **vorhergehenden** Verfahrssatz (an Innenecken) nach einem gemeinsamen Schnittpunkt gesucht, gegebenenfalls auch in weiter zurückliegenden Sätzen.
Hinweis:
Mit CDOF lässt sich die fehlerhafte Erkennung von Engstellen vermeiden, die z. B. auf fehlende Informationen zurückzuführen sind, die im NC-Programm nicht zur Verfügung stehen.

CDOF2 Befehl zum **Ausschalten** der Kollisionsüberwachung **beim 3D-Umfangsfräsen**. Mit **CDOF2** wird die Werkzeugkorrekturrichtung aus benachbarten Satzteilen ermittelt. **CDOF2** wirkt nur beim 3D-Umfangsfräsen und hat bei allen anderen Bearbeitungsarten (z. B. 3D-Stirnfräsen) die gleiche Bedeutung wie **CDOF**.

Hinweis

Die Anzahl der NC-Sätze, die in die Kollisionsüberwachung mit einbezogen werden, ist über Maschinendatum einstellbar.

Beispiel: Fräsen auf der Mittelpunktsbahn mit Normwerkzeug

Das NC-Programm beschreibt die Mittelpunktsbahn eines Normwerkzeugs. Die Kontur für ein aktuell verwendetes Werkzeug ergibt ein Untermaß, welches im folgenden Bild zur Verdeutlichung der geometrischen Verhältnisse unrealistisch groß dargestellt ist. Außerdem soll für das Beispiel gelten, dass die Steuerung nur drei Sätze überblickt.

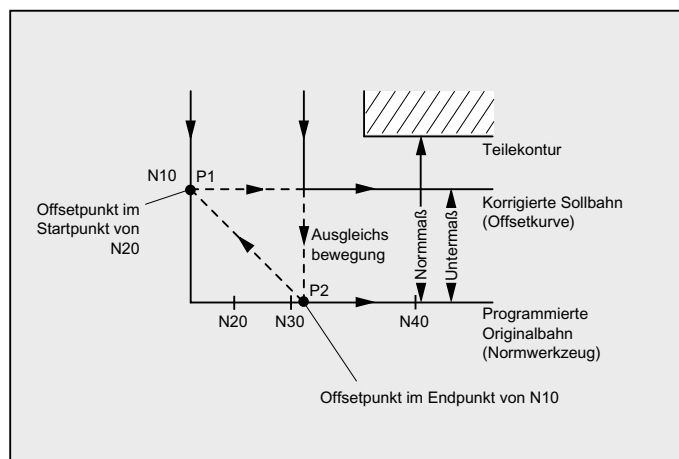


Bild 10-1 Ausgleichsbewegung bei fehlendem Schnittpunkt

Da ein Schnittpunkt nur zwischen den Offsetkurven der beiden Sätze N10 und N40 existiert, müssten die beiden Sätze N20 und N30 ausgelassen werden. Im Beispiel ist der Steuerung der Satz N40 noch nicht bekannt, wenn N10 abschließend bearbeitet werden muss. Damit kann nur ein einzelner Satz ausgelassen werden.

Bei aktiven **CDOF2** wird die im Bild dargestellte Ausgleichsbewegung ausgeführt und nicht angehalten. In dieser Situation würde ein aktives **CDOF** oder **CDON** zu einem Alarm führen.

Weitere Informationen

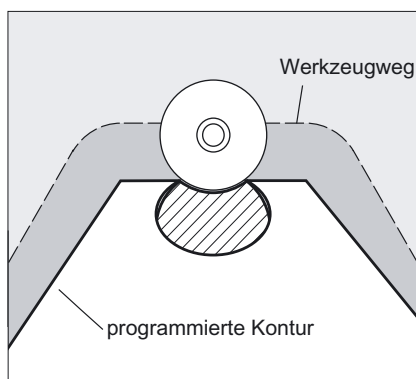
Programmtest

Um Programmstopps zu vermeiden, sollte beim Programmtest aus der Reihe der eingesetzten Werkzeuge immer das Werkzeug mit dem größten Radius verwendet werden.

Beispiele für Ausgleichsbewegungen bei kritischen Bearbeitungssituationen

Die folgenden Beispiele zeigen kritische Bearbeitungssituationen, die von der Steuerung erkannt und durch veränderte Werkzeugbahnen ausgeglichen werden. In allen Beispielen wurde für die Herstellung der Kontur ein Werkzeug mit zu großem Radius gewählt.

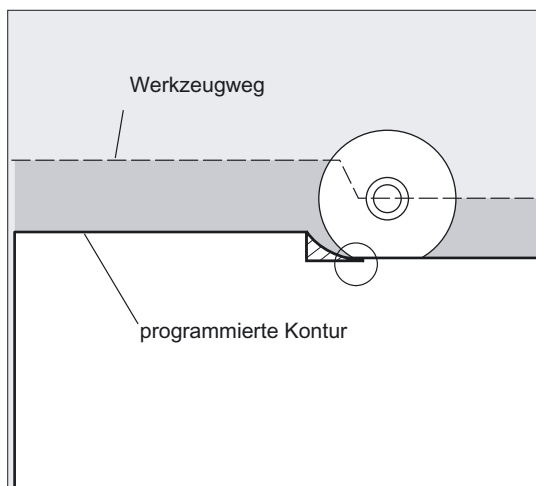
Beispiel 1: Flaschenhalserkennung



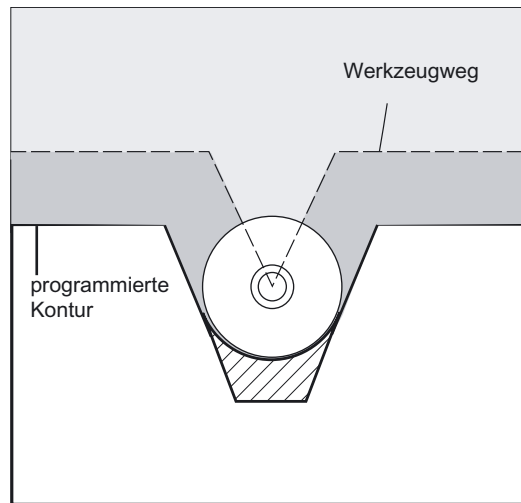
Da der Werkzeugradius für die Herstellung dieser Innenkontur zu groß gewählt wurde, wird der "Flaschenhals" umfahren.

Es wird ein Alarm ausgegeben.

Beispiel 2: Konturweg kürzer als Werkzeugradius



Das Werkzeug umfährt die Werkstückecke auf einem Übergangskreis und fährt im weiteren Konturverlauf exakt auf der programmierten Bahn.

Beispiel 3: Werkzeugradius zu groß für Innenbearbeitung

In diesen Fällen werden die Konturen nur so weit ausgeräumt, wie es ohne Konturverletzung möglich ist.

Literatur

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1), Kapitel:
"Kollisionsüberwachung und Flaschenhalserkennung"

10.6 2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF)**Funktion**

Durch Angabe von CUT2D bzw. CUT2DF legen Sie bei Bearbeitung in schräg liegenden Ebenen fest, wie die Werkzeugradiuskorrektur wirken bzw. verrechnet werden soll.

Werkzeuglängenkorrektur

Die Werkzeuglängenkorrektur wird generell immer bezogen auf die raumfeste, nicht gedrehte Arbeitsebene errechnet.

2D-Werkzeugradiuskorrektur mit Konturwerkzeugen

Die Werkzeugradiuskorrektur für Konturwerkzeuge dient zur automatischen Schneidenauswahl für nicht rotationssymmetrische Werkzeuge mit denen stückweise einzelne Kontursegmente bearbeitet werden können.

Syntax

CUT2D

CUT2DF

Die 2D-Werkzeugradiuskorrektur für Konturwerkzeuge wird aktiviert, wenn mit CUT2D oder CUT2DF eine der beiden Bearbeitungsrichtungen G41 oder G42 programmiert wird.

Hinweis

Bei nicht aktiver Werkzeugradiuskorrektur verhält sich ein Konturwerkzeug wie ein normales Werkzeug, das nur aus der ersten Schneide besteht.

Bedeutung

CUT2D

Aktivierung der 2 1/2 D-Radiuskorrektur (Standardeinstellung)

CUT2DF

Aktivierung der 2 1/2 D-Radiuskorrektur, Werkzeugradiuskorrektur relativ zum aktuellen Frame bzw. zu schrägen Ebenen

CUT2D ist dann sinnvoll, wenn die Ausrichtung des Werkzeugs nicht verändert werden kann und für die Bearbeitung von schräg liegenden Flächen das Werkstück entsprechend gedreht wird.

CUT2D gilt generell als Standardeinstellung und muss von daher nicht explizit angegeben werden.

Schneidenanzahl von Konturwerkzeugen

Jedem Konturwerkzeug können in beliebiger Reihenfolge maximal bis zu 12 Schneiden zugeordnet werden.

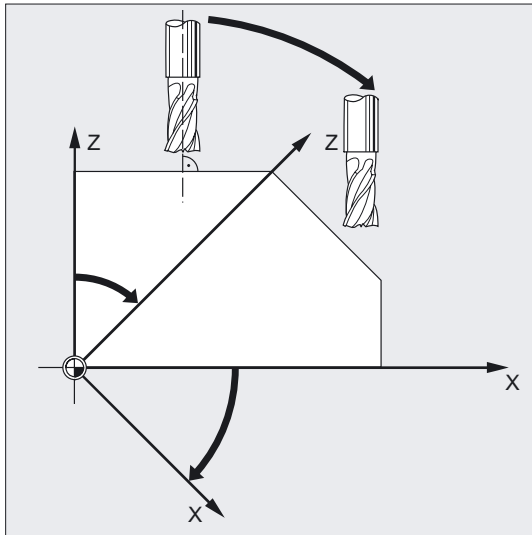
Maschinenhersteller

Der gültige Werkzeugtyp für nicht rotationssymmetrische Werkzeuge und die maximale Schneidenanzahl $D_n = D_1$ bis D_{12} wird vom Maschinenhersteller über Maschinendatum festgelegt. Bitte wenden Sie sich an den Maschinenhersteller, wenn nicht alle 12 Schneiden verfügbar sind.

Literatur: /FB1/Funktionshandbuch Grundfunktion; Werkzeugkorrektur (W1)

Werkzeugradiuskorrektur, CUT2D

Wie bei vielen Anwendungen üblich werden Werkzeuglängen- und Werkzeugradiuskorrektur in der **raumfesten** mit G17 bis G19 angegebenen Arbeitsebene berechnet.



Beispiel G17 (X/Y-Ebene):

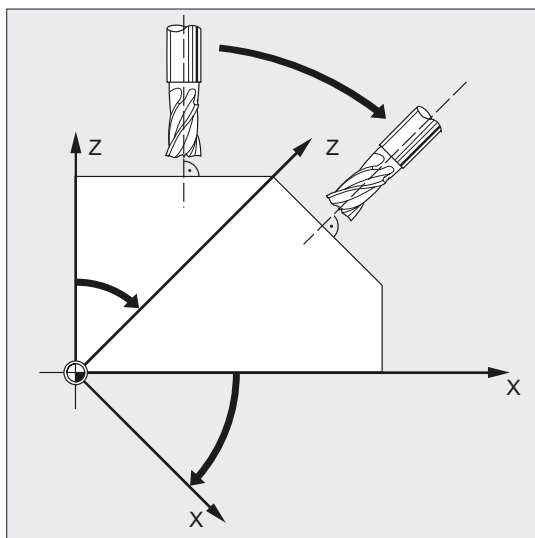
Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt in der nicht gedrehten X/Y-Ebene, die Werkzeuglängenkorrektur in Z-Richtung.

Werkzeugkorrekturwerte

Für die Bearbeitung in schrägen Flächen müssen die Werkzeugkorrekturwerte entsprechend definiert, oder unter Einsatz der Funktionalitäten zur "Werkzeuglängenkorrektur für orientierbare Werkzeuge" berechnet werden. Nähere Beschreibung zu dieser Berechnungsmöglichkeit siehe Kapitel "Werkzeugorientierung und Werkzeuglängenkorrektur".

Werkzeugradiuskorrektur, CUT2DF

In diesem Fall besteht an der Maschine die Möglichkeit, die Werkzeugorientierung senkrecht zur schräg liegenden Arbeitsebene einzustellen.



Wird ein Frame programmiert, der eine Drehung enthält, wird bei CUT2DF die Korrektur ebene mitgedreht. Die Werkzeugradiuskorrektur wird in der gedrehten Bearbeitungsebene berechnet.

Hinweis

Die Werkzeuglängenkorrektur wirkt weiterhin relativ zur nicht gedrehten Arbeitsebene.

Definition von Konturwerkzeugen, CUT2D, CUT2DF

Ein Konturwerkzeug wird definiert durch die Schneidenanzahl gemäß den D-Nummern, die zu einer T-Nummer gehören. Die Erste Schneide eines Konturwerkzeugs ist die Schneide, die bei der Aktivierung des Werkzeugs angewählt wird. Wird z.B. D5 bei T3 D5 aktiviert, dann definiert diese Schneide und die nachfolgenden Schneiden entweder mit einem Teil oder alle zusammen das Konturwerkzeug. Die davor liegenden Schneiden werden ignoriert.

Literatur: /FB1/Funktionshandbuch Grundfunktion; Werkzeugkorrektur (W1)

10.7 Werkzeugradiuskorrektur konstant halten (CUTCONON, CUTCONOF)

Funktion

Die Funktion "Werkzeugradiuskorrektur konstant halten" dient dazu, die Werkzeugradiuskorrektur für eine Anzahl von Sätzen zu unterdrücken, wobei jedoch eine durch die Werkzeugradiuskorrektur in vorhergehenden Sätzen aufgebaute Differenz zwischen der programmierten und der tatsächlich abgefahrenen Bahn des Werkzeugmittelpunkts als Verschiebung beibehalten wird. Sie kann z. B. dann vorteilhaft eingesetzt werden, wenn beim Zeilenfräsen in den Umkehrpunkten mehrere Verfahransätze notwendig sind, die von der Werkzeugradiuskorrektur erzeugten Konturen (Umfahrungsstrategien) jedoch nicht erwünscht sind. Sie ist unabhängig von der Art der Werkzeugradiuskorrektur (2¹/₂D, 3D-Stirnfräsen, 3D-Umfangsfäsen) einsetzbar.

Syntax

CUTCONON

CUTCONOF

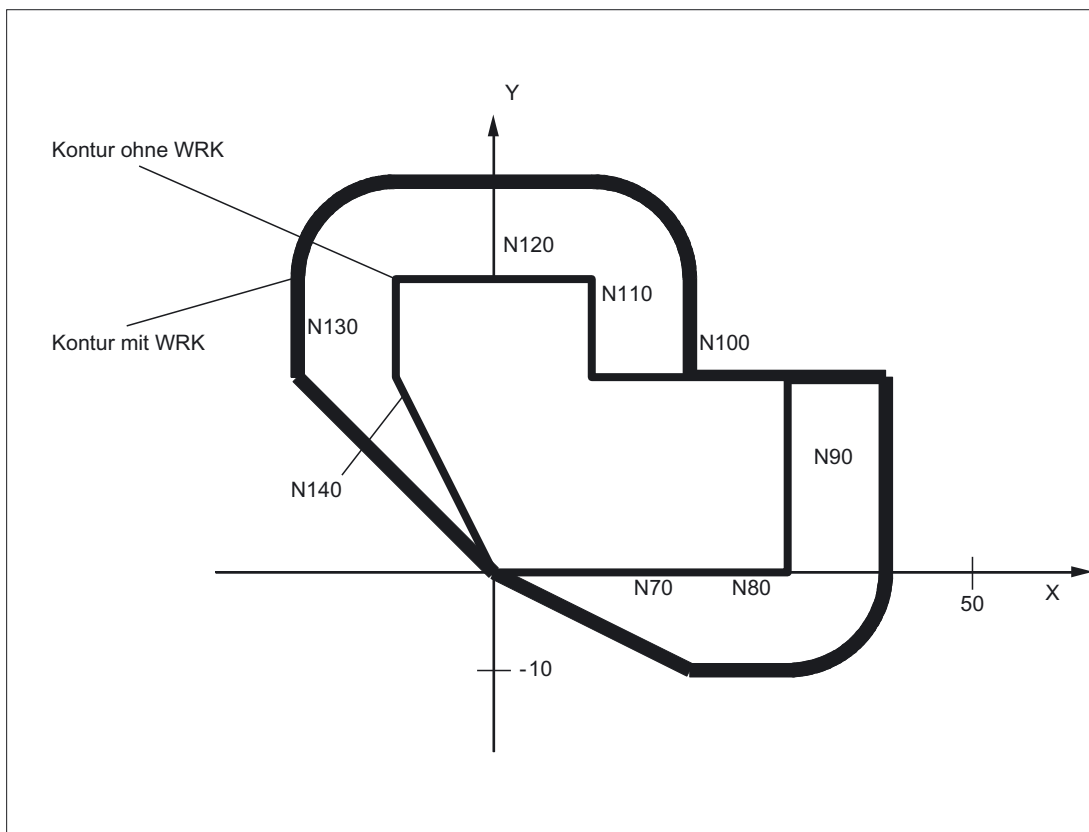
Bedeutung

CUTCONON	Befehl zum Einschalten der Funktion "Werkzeugradiuskorrektur konstant halten"
CUTCONOF	Befehl zum Ausschalten der Funktion "Werkzeugradiuskorrektur konstant halten"

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10	; Definition des Werkzeugs d1.
N20 \$TC_DP1[1,1]= 110	; Typ
N30 \$TC_DP6[1,1]= 10.	; Radius
N40	
N50 X0 Y0 Z0 G1 G17 T1 D1 F10000	
N60	
N70 X20 G42 NORM	
N80 X30	
N90 Y20	
N100 X10 CUTCONON	; Einschalten der Korrekturunterdrückung.
N110 Y30 KONT	; Beim Ausschalten der Konturunterdrückung ggf. Umfahrungskreis einfügen.

Programmcode	Kommentar
N120 X-10 CUTCONOF	
N130 Y20 NORM	; Kein Umfahungskreis beim Ausschalten der WRK.
N140 X0 Y0 G40	
N150 M30	



Weitere Informationen

Im Normalfall ist vor der Aktivierung der Korrekturunterdrückung die Werkzeugradiuskorrektur bereits aktiv, und sie ist noch aktiv, wenn die Korrekturunterdrückung wieder deaktiviert wird. Im letzten Verfahrssatz vor CUTCONON wird auf den Offsetpunkt im Satzendpunkt gefahren. Alle folgenden Sätze, in denen die Korrekturunterdrückung aktiv ist, werden ohne Korrektur verfahren. Sie werden dabei jedoch um den Vektor vom Endpunkt des letzten Korrektursatzes zu dessen Offsetpunkt verschoben. Der Interpolationstyp dieser Sätze (linear, zirkular, polynomisch) ist beliebig. Der Deaktivierungssatz der Korrekturunterdrückung, d. h. der Satz, der CUTCONOF enthält, wird normal korrigiert. Er beginnt im Offsetpunkt des Startpunkts. Zwischen dem Endpunkt des Vorgängersatzes, d. h. des letzten programmierten Verfahrssatzes mit aktivem CUTCONON, und diesem Punkt wird ein linearer Satz eingefügt.

Kreissätze, bei denen die Kreisebene senkrecht auf der Korrektorebene steht (vertikale Kreise), werden so behandelt, als ob in ihnen CUTCONON programmiert wäre. Diese implizite Aktivierung der Korrekturunterdrückung wird im ersten Verfahrssatz, der eine Verfahrbewegung in der Korrektorebene enthält und der kein derartiger Kreis ist, automatisch rückgängig gemacht. Vertikale Kreise in diesem Sinne können nur beim Umfangfräsen auftreten.

10.8 Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage

Funktion

Bei Werkzeugen mit relevanter Schneidenlage (Dreh- und Schleifwerkzeuge, Werkzeugtypen 400-599; siehe Kapitel "Vorzeichenbewertung Verschleiß" wird ein Wechsel von G40 nach G41/G42 bzw. umgekehrt wie ein Werkzeugwechsel betrachtet. Dies führt bei aktiver Transformation (z. B. TRANSMIT) zu einem Vorlaufstopp (Decodierungsstopp) und damit ggf. zu Abweichungen von der beabsichtigten Teilekontur.

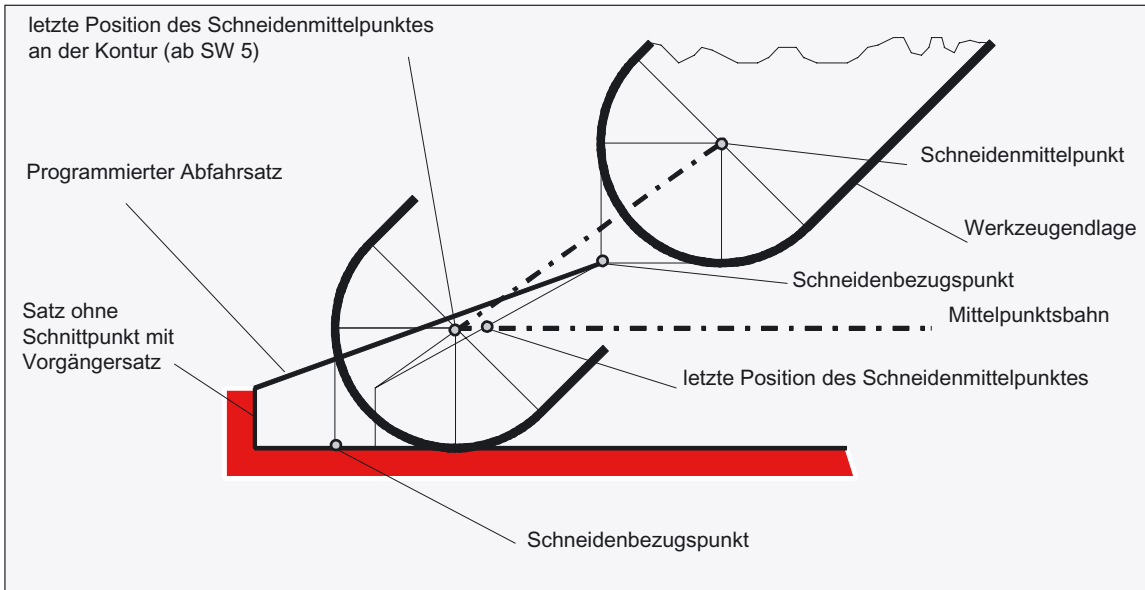
Diese ursprüngliche Funktionalität ändert sich hinsichtlich:

1. Vorlaufstopp bei TRANSMIT
2. Berechnung von Schnittpunkten beim An- bzw. Abfahren mit KONT
3. Wechsel eines Werkzeugs bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur
4. Werkzeugradiuskorrektur mit variabler Werkzeugorientierung bei Transformation

Beschreibung

Diese ursprüngliche Funktionalität wurde wie folgt geändert:

- Der Wechsel von G40 nach G41/G42 und umgekehrt wird nicht mehr als Werkzeugwechsel behandelt. Bei TRANSMIT kommt es deshalb nicht mehr zu einem Vorlaufstopp.
- Für die Berechnung von Schnittpunkten mit dem An- bzw. Abfahrssatz wird die Gerade zwischen den Schneidenmittelpunkten am Satzanfang und am Satzende verwendet. Die Differenz zwischen Schneidenbezugspunkt und Schneidenmittelpunkt wird dieser Bewegung überlagert.
Beim An- bzw. Abfahren mit KONT (Werkzeug umfährt den Konturpunkt; siehe vorhergehenden Abschnitt "Kontur anfahren und verlassen") erfolgt die Überlagerung im linearen Teilsatz der An- bzw. Abfahrbewegung. Die geometrischen Verhältnisse sind deshalb bei Werkzeugen mit und ohne relevante Schneidenlage identisch. Unterschiede zum bisherigen Verhalten ergeben sich nur in den relativ seltenen Fällen, dass der An- bzw. Abfahrssatz mit einem nicht benachbarten Verfahrssatz einen Schnittpunkt bildet, siehe folgendes Bild.



- Der Wechsel eines Werkzeugs bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur, bei dem sich der Abstand zwischen Schneidenmittelpunkt und Schneidenbezugspunkt ändert, ist in Kreissätzen und in Verfahrsätzen mit rationalen Polynomen mit einem Nennergrad > 4 verboten. Bei anderen Interpolationsarten ist ein Wechsel im Gegensatz zum bisherigen Zustand auch bei aktiver Transformation (z.B. TRANSMIT) zulässig.
- Bei der Werkzeugradiuskorrektur mit variabler Werkzeugorientierung ist die Transformation vom Schneidenbezugspunkt auf den Schneidenmittelpunkt nicht mehr durch eine einfache Nullpunktverschiebung realisierbar. Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage werden deshalb beim 3D-Umfangsfräsen verboten (Alarm).

Hinweis

Für das Stirnfräsen ist das Thema nicht relevant, da hier ohnehin auch bisher nur definierte Werkzeugtypen ohne relevante Schneidenlage zugelassen sind. (Werkzeuge mit einem nicht ausdrücklich zugelassenen Werkzeugtyp werden als Kugelkopffräser mit dem angegebenen Radius behandelt. Die Angabe einer Schneidenlage wird ignoriert.)

Bahnfahrverhalten

11.1 Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603)

Funktion

Genauhalt ist ein Fahrmodus, bei dem am Ende eines jeden Fahrsatzes alle an der Fahrbewegung beteiligten Bahnachsen und Zusatzachsen, die nicht satzübergreifend verfahren, bis zum Stillstand abgebremst werden.

Genauhalt wird verwendet, wenn scharfe Außenecken hergestellt oder Innenecken auf Maß geschlichtet werden sollen.

Mit dem Genauhalt-Kriterium wird festgelegt, wie genau der Eckpunkt angefahren und wann zum nächsten Satz weitergeschaltet wird:

- "Genauhalt fein"
Der Satzwechsel erfolgt, sobald für alle an der Fahrbewegung beteiligten Achsen die achsspezifischen Toleranzgrenzen für "Genauhalt fein" erreicht sind.
- "Genauhalt grob"
Der Satzwechsel erfolgt, sobald für alle an der Fahrbewegung beteiligten Achsen die achsspezifischen Toleranzgrenzen für "Genauhalt grob" erreicht sind.
- "Interpolator-Ende"
Der Satzwechsel erfolgt, sobald die Steuerung für alle an der Fahrbewegung beteiligten Achsen die Sollgeschwindigkeit Null errechnet hat. Die Istposition bzw. der Schleppabstand der beteiligten Achsen werden nicht betrachtet.

Hinweis

Die Toleranzgrenzen für "Genauhalt fein" und "Genauhalt grob" sind für jede Achse über Maschinendatum einstellbar.

Syntax

G60 ...
G9 ...
G601 ...
G602 ...
G603 ...

Bedeutung

G60 Befehl zum Einschalten des **modal** wirksamen Genauhalts
G9 Befehl zum Einschalten des **satzweise** wirksamen Genauhalts
G601 Befehl zum Aktivieren von Genauhalt-Kriterium "**Genauhalt fein**"
 Hinweis: Nur wirksam bei aktivem G60 oder G9!
G602 Befehl zum Aktivieren von Genauhalt-Kriterium "**Genauhalt grob**"
 Hinweis: Nur wirksam bei aktivem G60 oder G9!
G603 Befehl zum Aktivieren von Genauhalt-Kriterium "**Interpolator-Ende**"
 Hinweis: Nur wirksam bei aktivem G60 oder G9!

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N5 G602	; Kriterium "Genauhalt grob" angewählt.
N10 G0 G60 Z...	; Genauhalt modal aktiv.
N20 X... Z...	; G60 wirkt weiterhin.
...	
N50 G1 G601	; Kriterium "Genauhalt fein" angewählt.
N80 G64 Z...	; Umschalten auf Bahnsteuerbetrieb.
...	
N100 G0 G9	; Genauhalt wirkt nur in diesen Satz.
N110 ...	; Bahnsteuerbetrieb wieder aktiv.

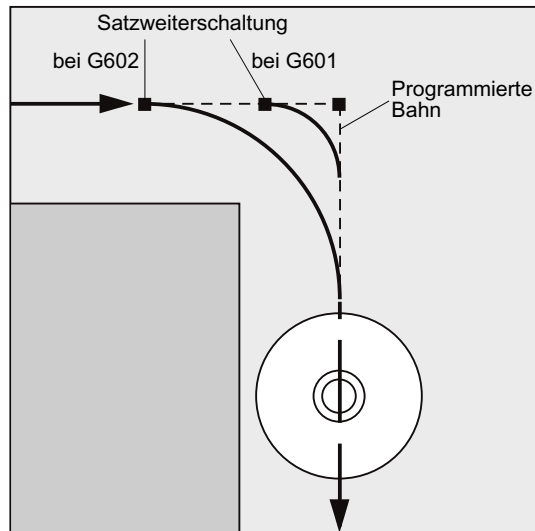
Weitere Informationen

G60, G9

G9 erzeugt im aktuellen Satz den Genauhalt, G60 im aktuellen Satz und in allen nachfolgenden Sätzen.

Mit den Bahnsteuerbetrieb-Befehlen G64 oder G641 wird G60 ausgeschaltet.

G601, G602



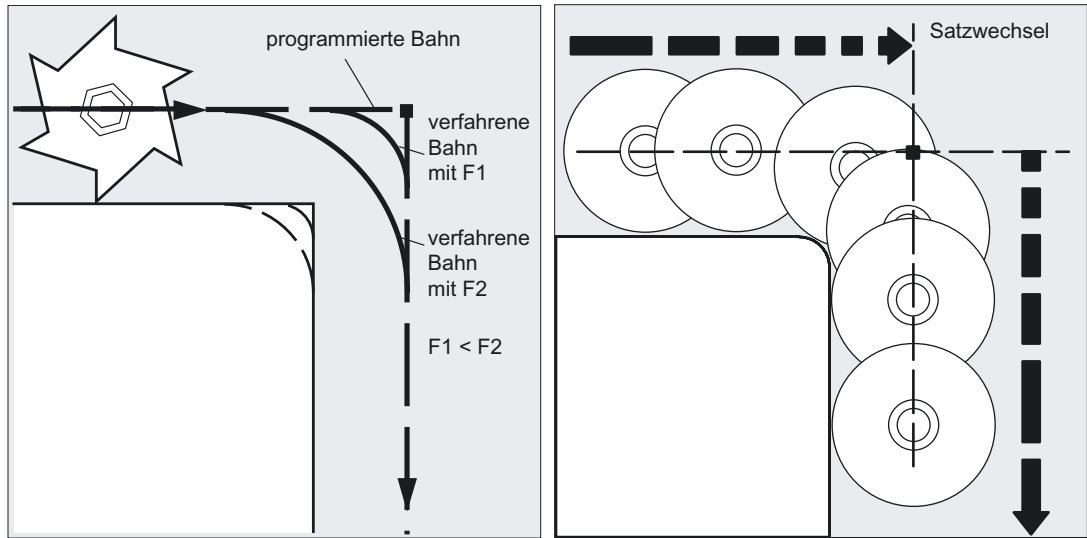
Die Bewegung wird abgebremst und am Eckpunkt kurz angehalten.

Hinweis

Empfehlung: Grenzen für die Genauhalt-Kriterien nur so eng wie nötig setzen. Je enger die Grenzen gefasst sind, desto länger dauern der Lageabgleich und das Anfahren der Zielposition.

G603

Der Satzwechsel wird eingeleitet, wenn die Steuerung für die beteiligten Achsen die Sollgeschwindigkeit Null errechnet hat. Zu diesem Zeitpunkt liegt der Istwert – abhängig von der Dynamik der Achsen und der Bahngeschwindigkeit – um einen Nachlaufanteil zurück. Hierdurch lassen sich Werkstückecken verschleifen.



Projektierte Genauhalt-Kriterien

In einem Maschinendatum kann kanalspezifisch hinterlegt sein, dass abweichend von den programmierten Genauhalt-Kriterien automatisch voreingestellte Kriterien verwendet werden. Die Kriterien können für G0 und die übrigen G-Befehle der 1. G-Code-Gruppe gesondert hinterlegt sein (siehe Angaben des Maschinenherstellers!).

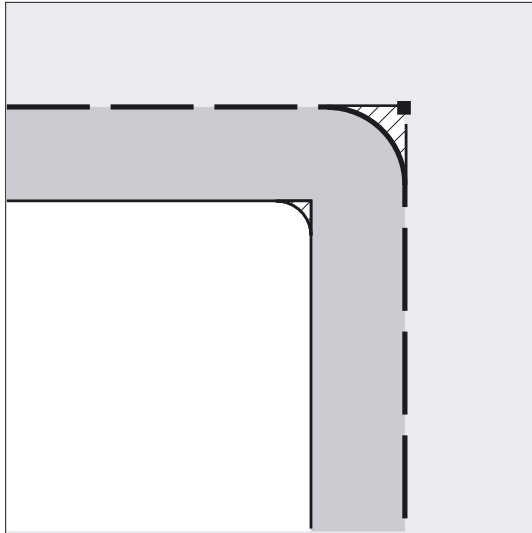
Literatur

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt, LookAhead (B1)

11.2 Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, ADIS, ADISPOS)

Funktion

Im Bahnsteuerbetrieb wird die Kontur mit konstanter Bahngeschwindigkeit hergestellt. Der gleichmäßige Geschwindigkeitsverlauf bewirkt bessere Schnittbedingungen, erhöht die Oberflächenqualität und verringert die Bearbeitungszeit.



Hinweis

Der Bahnsteuerbetrieb wird durch Sätze unterbrochen, die implizit Vorlaufstopp auslösen, z. B. Zugriff auf bestimmte Zustandsdaten der Maschine (\$A...). Entsprechendes gilt für die Hilfsfunktionsausgaben.

ACHTUNG

Im Bahnsteuerbetrieb werden die programmierten Konturübergänge nicht exakt angefahren.

Wird eine durch G641, G642, G643, G644 erzeugte Überschleifbewegung unterbrochen, wird beim nachfolgenden Repositionieren (REPOS) nicht der Unterbrechungspunkt angefahren, sondern der Eckpunkt der Originalkontur.

Scharfe Ecken erzeugen Sie mit G60 bzw. G9.

Syntax

G64
G641 ADIS=...
G641 ADISPOS=...
G642 ADIS=...
G642 ADISPOS=...
G643 ADIS=...
G643 ADISPOS=...
G644

Bedeutung

G64	Bahnsteuerbetriebs
G641	Bahnsteuerbetrieb mit programmierbarem Übergangverschleifen
G642	Überschleifen mit axialer Toleranz; wird modal eingeschaltet
G643	Satzinternes Überschleifen
G644	Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik

Hinweis:
G644 ist bei aktiver Kinematischer Transformation nicht möglich. Es wird intern auf G642 umgeschaltet.

ADIS= . . . Überschleifabstand für Bahnfunktionen G1, G2, G3, ...

ADISPOS= . . . Überschleifabstand für Eilgang G0

ADISPOS wird zwischen G0-Sätzen verwendet. Beim Positionieren kann damit der Achsverlauf stark geglättet und die Fahrzeit verringert werden.

Hinweis:
Wenn kein ADIS/ADISPOS programmiert wird, dann gilt der Wert "Null" und damit das Fahrverhalten wie bei G64. Bei kurzen Fahrwegen wird der Überschleifabstand automatisch (bis max. 36%) reduziert.

Hinweis

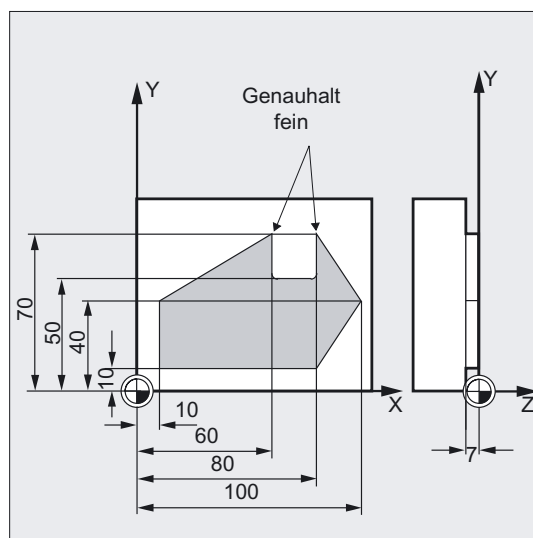
Überschleifen ist kein Ersatz für Eckenrunden (RND). Der Anwender sollte keine Annahme darüber treffen, wie die Kontur innerhalb des Überschleifbereichs aussieht. Insbesondere kann die Art des Überschleifens auch von dynamischen Gegebenheiten, z. B. der Bahngeschwindigkeit abhängen. Überschleifen an der Kontur macht daher nur mit kleinen ADIS-Werten einen Sinn. Wenn an der Ecke ausnahmslos eine definierte Kontur gefahren werden soll, muss RND verwendet werden.

Hinweis

Während des Bahnsteuerbetriebs kann eine Meldung aus dem Teileprogramm auch als ausführbarer Satz ausgegeben werden. Dazu muss der Befehl `MSG` mit 2. Aufrufparameter und dem Parameterwert "1" programmiert werden:

```
MSG ("Text", 1)
```

Wenn `MSG` ohne 2. Parameter programmiert wird, dann wird die Meldung mit dem nächsten ausführbaren Satz ausgegeben.

Beispiel

Die beiden Außenecken an der Nut sollen exakt angefahren werden. Ansonsten soll im Bahnsteuerbetrieb gefertigt werden.

Programmcode	Kommentar
N05 DIAMOF	; Radius als Maßangabe.
N10 G17 T1 G41 G0 X10 Y10 Z2 S300 M3	; Startposition anfahren, Spindel einschalten, Bahnkorrektur.
N20 G1 Z-7 F8000	; Werkzeug zustellen.
N30 G641 ADIS=0.5	; Konturübergänge werden verschliffen.
N40 Y40	;
N50 X60 Y70 G60 G601	; Position exakt mit Genauhalt fein anfahren.

Programmcode	Kommentar
N60 Y50	
N70 X80	
N80 Y70	
N90 G641 ADIS=0.5 X100 Y40	; Konturübergänge werden verschliffen.
N100 X80 Y 10	
N110 X10	
N120 G40 G0 X-20	; Bahnkorrektur ausschalten.
N130 Z10 M30	; Werkzeug wegfahren, Programmende.

Hinweis

Ein Beispiel zum Überschleifen mit G643 findet sich in:

Literatur:

Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel: "Spezielle Wegbefehle" > "Einstellbarer Bahnbezug (SPATH, UPATH)"

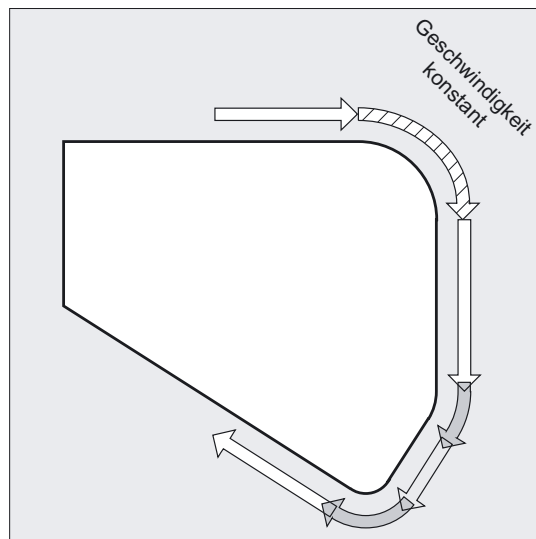
Bahnsteuerbetrieb, G64

Im Bahnsteuerbetrieb fährt das Werkzeug bei tangentialen Konturübergängen mit möglichst konstanter Bahngeschwindigkeit (kein Abbremsen an den Satzgrenzen). Vor Ecken (G9) und Sätzen mit Genauhalt wird vorausschauend gebremst ("Look Ahead", siehe folgende Seiten).

Ecken werden ebenfalls stetig umfahren. Zur Verringerung des Konturfehlers wird die Geschwindigkeit unter Berücksichtigung einer Beschleunigungsgrenze und eines Überlastfaktors entsprechend reduziert.

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt u. Look Ahead (B1)



Hinweis

Der Überlastfaktor ist im MD32310 einstellbar. Wie stark die Konturübergänge verschliffen werden, hängt von der Vorschubgeschwindigkeit und dem Überlastfaktor ab. Mit G641 können Sie den gewünschten Überschleifbereich explizit angeben.

Überschleifen kann und soll die Funktionen für definiertes Glätten (RND, RNDM, ASPLINE, BSPLINE, CSPLINE) nicht ersetzen.

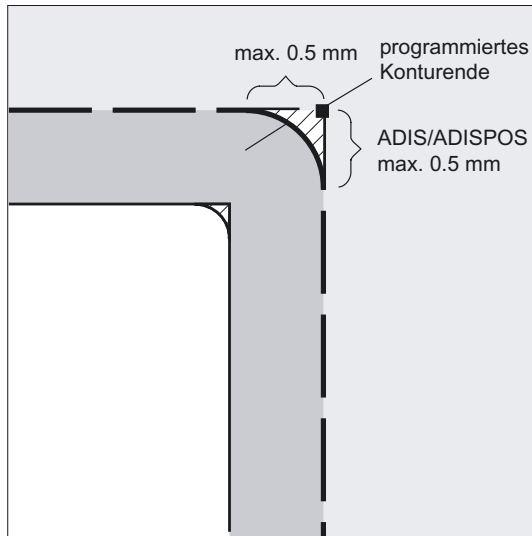
Bahnsteuerbetrieb mit programmierbarem Übergangverschleifen, G641

Bei G641 fügt die Steuerung an Konturübergängen Übergangselemente ein. Mit ADIS=... bzw. ADISPOS=... können Sie angeben, wie stark die Ecken verschliffen werden. G641 wirkt ähnlich wie RNDM, ist aber nicht auf die Achsen der Arbeitsebene beschränkt.

Beispiel: N10 G641 ADIS=0.5 G1 X... Y...

Der Überschleifsatz darf frühestens 0,5 mm vor dem programmierten Satzende beginnen und muss 0,5 mm nach Satzende beendet sein. Diese Einstellung bleibt modal wirksam.

G641 arbeitet ebenfalls mit vorausschauender Geschwindigkeitsführung "Look Ahead". Überschleifsätze mit hoher Krümmung werden mit verringerter Geschwindigkeit angefahren.



Bahnsteuerbetrieb G64/G641 über mehrere Sätze

Um einen unerwünschten Stopp der Bahnbewegung zu vermeiden (Freischneiden) ist zu beachten:

- Hilfsfunktionsausgaben führen zu einem Stopp (Ausnahme: Schnelle Hilfsfunktionen und Hilfsfunktionen während Bewegungen).
- Zwischenprogrammierte Sätze mit **nur** Kommentaren, Rechensätzen oder Unterprogrammaufrufen stören dagegen nicht.

Erweiterungen des Überschleifens

Sind nicht alle Bahnachsen in `FGROUP` enthalten, wird es an Satzübergängen für die nicht enthaltenen Achsen häufig einen Geschwindigkeitssprung geben, den die Steuerung durch ein Absenken der Geschwindigkeit am Satzwechsel auf den durch MD32300 `$MA_MAX_AX_ACCEL` und MD32310 `$MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR` erlaubten Wert begrenzt. Dieses Abbremsen lässt sich vermeiden, wenn man den vorgegebenen Positionszusammenhang der Bahnachsen durch ein Überschleifen aufweicht.

Überschleifen mit G641

Mit `G641` und Angabe eines Überschleifradius `ADIS` (bzw. `ADISPOS` im Eilgang) für Bahnfunktionen wird ein Überschleifen modal eingeschaltet. Innerhalb dieses Radius um den Satzwechsellpunkt ist die Steuerung frei, den Bahnzusammenhang aufzulösen und durch einen dynamisch optimalen Weg zu ersetzen. **Nachteil:** Für alle Achsen steht nur **ein** `ADIS`-Wert zur Verfügung.

Überschleifen mit axialer Genauigkeit mit G642

Mit G642 wird ein Überschleifen mit axialen Toleranzen modal eingeschaltet. Das Überschleifen findet nicht innerhalb eines definierten ADIS-Bereichs statt, sondern es werden die mit MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL definierten **axialen** Toleranzen eingehalten. Ansonsten ist die Funktionsweise identisch mit G641.

Bei G642 wird der Überschleifweg aus dem **kürzesten** Überschleifweg aller Achsen bestimmt. Dieser Wert wird bei der Erzeugung eines **Überschleifsatzes** berücksichtigt.

Satzinternes Überschleifen mit G643

Die **maximalen** Abweichungen von der **exakten Kontur** werden beim Überschleifen mit G643 durch die Maschinendaten MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL[...] für jede Achse festgelegt. Mit G643 wird kein eigener Überschleifsatz gebildet, sondern es werden achsspezifisch satzinterne Überschleifbewegungen eingefügt. Bei G643 kann der Überschleifweg jeder Achse **unterschiedlich** sein.

Überschleifen mit Konturtoleranz bei G642 und G643

Mit den im Folgenden beschriebenen Erweiterungen wird das G642 und das G643 verfeinert und ein **Überschleifen mit Konturtoleranz** eingeführt. Beim Überschleifen mit G642 und G643 werden normalerweise die erlaubten Abweichungen jeder Achse vorgegeben.

Mit dem MD20480 \$MC_SMOOTHING_MODE kann das Überschleifen mit G642 und G643 so konfiguriert werden, dass anstelle der achsspezifischen Toleranzen eine Konturtoleranz und eine Orientierungstoleranz vorgegeben werden können. Dabei wird die Toleranz der **Kontur** und der **Orientierung** mit zwei unabhängigen Settingdaten eingestellt, die im NC programmiert und damit für jeden Satzübergang anders vorgegeben werden können.

Settingdaten

SD42465 \$SC_SMOOTH_CONTUR_TOL

Mit diesem Settingdatum wird die **maximale** Toleranz beim Überschleifen für die Kontur festgelegt.

SD42466 \$SC_SMOOTH_ORI_TOL

Mit diesem Settingdatum wird die **maximale** Toleranz beim Überschleifen für die **Werkzeugorientierung** festgelegt (Winkelabweichung).

Dieses Datum ist nur wirksam, falls eine **Orientierungstransformation** aktiv ist. Sehr unterschiedliche Vorgaben für die Konturtoleranz und die Toleranz der Werkzeugorientierung können sich nur bei G643 auswirken.

Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik bei G644

Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik wird mit G644 aktiviert und mit MD20480 \$MC_SMOOTHING_MODE in der Tausenderstelle konfiguriert:

Wert	Bedeutung
0	Vorgabe der maximalen axialen Abweichungen mit dem MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL
1	Vorgabe des maximalen Überschleifwegs durch Programmierung von ADIS= . . . bzw. ADISPOS= . . .
2	Vorgabe der maximal auftretenden Frequenzen jeder Achse im Überschleifbereich mit dem MD32440 \$MA_LOOKAH_FREQUENCY. Der Überschleifbereich wird so festgelegt, dass bei der Überschleifbewegung keine Frequenzen auftreten, die die vorgegebene maximale Frequenz überschreiten.
3	Beim Überschleifen mit G644 werden weder die Toleranz noch der Überschleifabstand überwacht. Jede Achse fährt mit maximal möglicher Dynamik um eine Ecke. Bei SOFT wird hierbei sowohl die maximale Beschleunigung als auch der maximale Ruck jeder Achse eingehalten. Bei BRISK wird der Ruck nicht begrenzt, sondern jede Achse fährt mit maximal möglicher Beschleunigung.

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt u. Look Ahead (B1)

Kein Überschleifsatz / keine Überschleifbewegung

Befehlsausgaben

Hilfsfunktionen, die nach Bewegungsende oder vor der nächsten Bewegung geschaltet werden, unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb.

Positionierachsen

Positionierachsen fahren immer nach dem Genauhaltprinzip, Positionierfenster fein (wie G601). Falls in einem NC-Satz auf Positionierachsen gewartet werden muss, wird der Bahnsteuerbetrieb der Bahnachsen unterbrochen.

In den folgenden Konstellationen wird kein Überschleifzwischenatz eingefügt:

- Zwischen beiden Sätzen wird angehalten.

Dies tritt auf, wenn:

- eine Hilfsfunktionsausgabe vor Bewegung im Folgesatz steht.
- der Folgesatz keine Bahnbewegung enthält.
- für den Folgesatz zum ersten Mal eine Achse als Bahnachse verfährt, die zuvor Positionierachse war.
- für den Folgesatz zum ersten Mal eine Achse als Positionierachse verfährt, die zuvor Bahnachse war.
- der Vorgängersatz Geoachsen verfährt und der Folgesatz nicht.
- der Folgesatz Geoachsen verfährt und der Vorgängersatz nicht.
- vor Gewindeschneiden der Folgesatz G33 als Wegbedingung hat und der Vorgängersatz nicht.
- zwischen BRISK und SOFT gewechselt wird.
- transformationsbedeutsame Achsen nicht vollständig der Bahnbewegung zugeordnet sind (z. B. bei Pendeln, Positionierachsen).

- Der Überschleifsatz würde die Teileprogrammabarbeitung verlangsamen.

Dies tritt auf, wenn:

- zwischen sehr kurzen Sätzen ein Überschleifsatz eingefügt wird.

Da jeder Satz mindestens einen Interpolationstakt benötigt, würde der eingefügte Zwischenatz die Bearbeitungszeit verdoppeln.

- ein Satzübergang mit G64 (Bahnsteuerbetrieb ohne Überschleifen) ohne Geschwindigkeitsreduzierung überfahren werden darf.

Überschleifen würde die Bearbeitungszeit erhöhen. D. h. der Wert des erlaubten Überlastfaktors (MD32310 \$MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR) hat Einfluss darauf, ob ein Satzübergang überschleifen wird oder nicht. Der Überlastfaktor wird nur beim Überschleifen mit G641 / G642 berücksichtigt. Beim Überschleifen mit G643 hat der Überlastfaktor keinen Einfluss (dieses Verhalten kann auch für G641 und G642 eingestellt werden, indem das MD20490 \$MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS = TRUE gesetzt wird).

- Das Überschleifen ist nicht parametrierbar.

Dies tritt auf, wenn:

- bei G641 in G0-Sätzen $ADISPOS == 0$ ist (Vorbelegung!).
- bei G641 in Nicht-G0-Sätzen $ADIS == 0$ ist (Vorbelegung!).
- bei G641 beim Übergang zwischen G0 und Nicht-G0 bzw. Nicht-G0 und G0 der kleinere Wert aus $ADISPOS$ und $ADIS$ gilt.
- bei G642/G643 alle achsspezifischen Toleranzen gleich Null sind.

- Der Satz enthält keine Verfahrbewegung (Nullsatz).

Dies tritt auf, wenn:

- Synchronaktionen aktiv sind.

Normalerweise werden Nullsätze vom Interpreter eliminiert. Wenn aber Synchronaktionen aktiv sind, wird dieser Nullsatz eingekettet und ausgeführt. Hierbei wird ein Genauhalt entsprechend aktiver Programmierung ausgelöst. Damit soll die Synchronaktion die Möglichkeit bekommen, gegebenenfalls zu schalten.

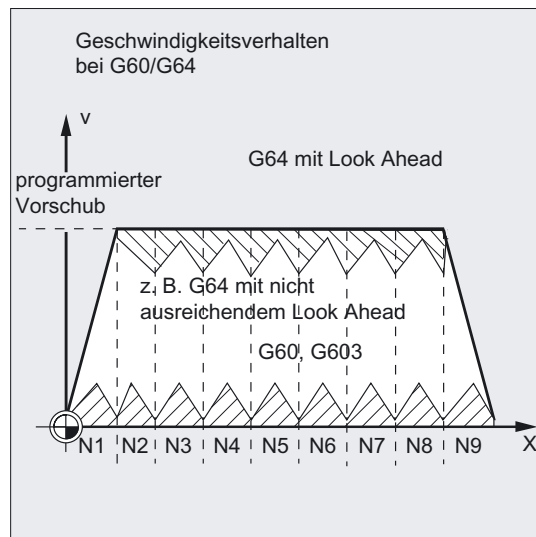
- durch Programmsprünge Nullsätze erzeugt werden.

Vorausschauende Geschwindigkeitsführung Look Ahead

Im Bahnsteuerbetrieb mit G64 oder G641 ermittelt die Steuerung automatisch für mehrere NC-Sätze im voraus die Geschwindigkeitsführung. Hierdurch kann bei annähernd tangentialen Übergängen über mehrere Sätze hinweg beschleunigt und gebremst werden.

Vor allem Bewegungsketten, die sich aus kurzen Fahrwegen zusammensetzen, lassen sich durch vorausschauende Geschwindigkeitsführung mit hohen Bahnvorschüben herstellen.

Die Anzahl der NC-Sätze, über die maximal vorausgeschaut wird, lässt sich über Maschinendatum einstellen.

**Hinweis**

Die Vorausschau über mehr als einen Satz ist eine Option.

Bahnsteuerbetrieb im Eilgang G0

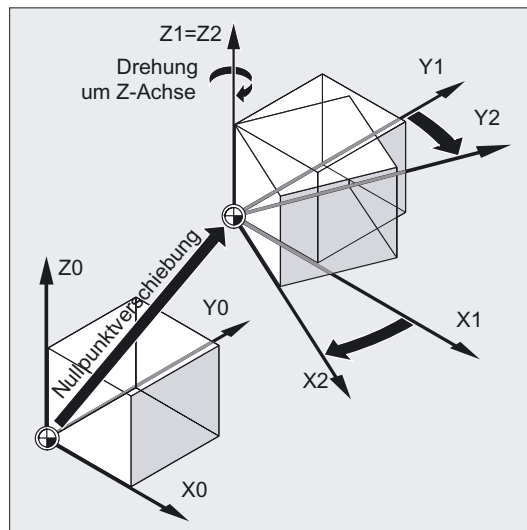
Auch für das Fahren im Eilgang muss eine der genannten Funktionen G60/G9 oder G64/G641 angegeben werden. Ansonsten wirkt die über Maschinendatum eingegebene Voreinstellung.

Durch Setzen von MD 20490: IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS werden Satzübergänge immer unabhängig vom eingestellten Overload-Faktor überschliffen.

Koordinatentransformationen (Frames)

12.1 Frame-Konzept

Der Frame ist eine in sich geschlossene Rechenvorschrift, die ein kartesisches Koordinatensystem in ein anderes kartesisches Koordinatensystem überführt.



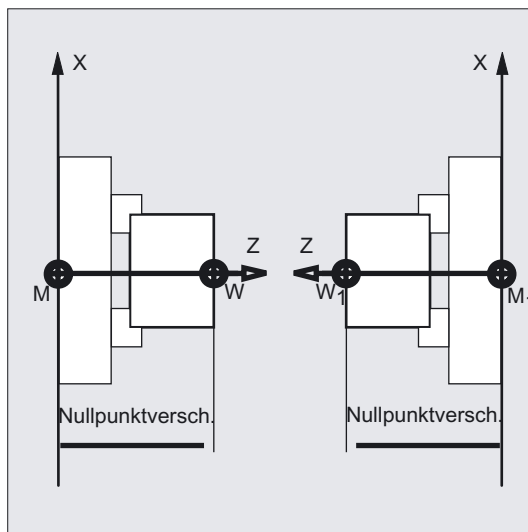
Es ist eine räumliche Beschreibung des Werkstück-Koordinatensystems.

Innerhalb eines Frames stehen folgende Komponenten zur Verfügung:

- Nullpunkt verschieben
- Drehen
- Spiegeln
- Skalieren

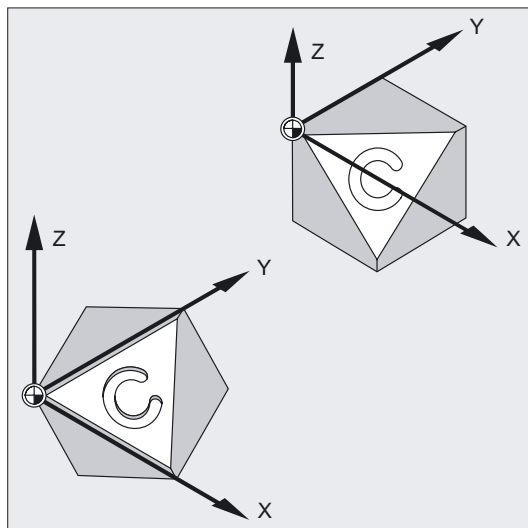
Diese Komponenten können einzeln angewendet oder beliebig kombiniert werden.

Spiegeln der Z-Achse



Werkstück-Koordinatensystem verschieben und drehen

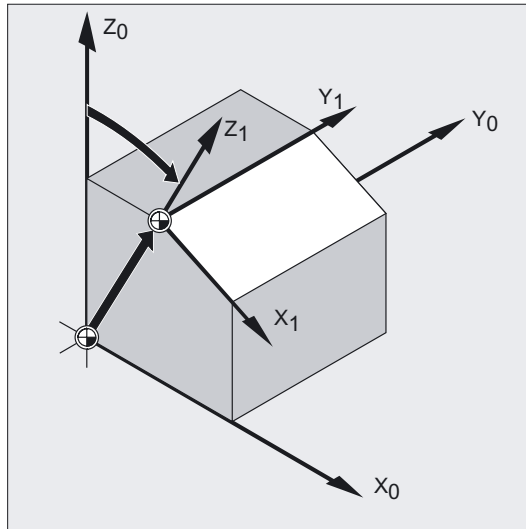
Für die Bearbeitung von schräg liegenden Konturen können Sie entweder das Werkstück mit entsprechenden Vorrichtungen parallel zu den Maschinenachsen ausrichten ...



... oder umgekehrt ein Koordinatensystem erzeugen, das auf das Werkstück bezogen ist. Mit programmierbaren Frames lässt sich das Werkstück-Koordinatensystem verschieben und/oder drehen.

Hierdurch können Sie

- den Nullpunkt auf jede beliebige Position am Werkstück verschieben und
- die Koordinatenachsen durch Drehung parallel zur gewünschten Arbeitsebene ausrichten.
- Und damit in einer Aufspannung schräge Flächen bearbeiten, Bohrungen mit verschiedenen Winkeln herstellen oder
- Mehrseitenbearbeitung durchführen.



Für die Bearbeitung in schräg liegenden Arbeitsebenen müssen, abhängig von der Maschinenkinematik, die Konventionen für Arbeitsebene und Werkzeugkorrekturen berücksichtigt werden.

12.2 Frame-Anweisungen

Funktion

Für die möglichen Frames wird die Lage eines der Zielkoordinatensysteme definiert:

- Basisframe (Basisverschiebung)
- Einstellbare Frames (G54...G599)
- Programmierbare Frames

Zusätzlich zu diesen Frames können Sie ersetzende und additive Anweisungen programmieren oder zur Werkzeugorientierung Frames sowie Framedrehungen in Werkzeugrichtung erzeugen. Ebenso lassen sich bestimmte eingestellte Frames oder überlagerte Bewegungen und Transformaten abwählen.

Basisframe (Basisverschiebung)

Basisframe beschreibt die Koordinatentransformation vom Basiskoordinatensystem (BKS) in das Basis-Nullpunktsystem (BNS) und wirkt wie die einstellbaren Frames.

Einstellbare Anweisungen

Einstellbare Anweisungen sind die mit den Befehlen G54 bis G599 aus jedem beliebigen NC-Programm abrufbaren Nullpunktverschiebungen. Die Verschiebewerte werden vom Bediener voreingestellt und im Nullpunktpeicher der Steuerung abgespeichert. Mit ihnen wird das Werkstück-Koordinatensystem (WKS) festgelegt.

Programmierbare Anweisungen

Programmierbare Anweisungen (TRANS, ROT, ...) gelten im aktuellen NC-Programm und beziehen sich auf die einstellbaren Anweisungen. Mit dem programmierbaren Frame wird das Werkstück-Koordinatensystem (WKS) festgelegt.

Programmierung

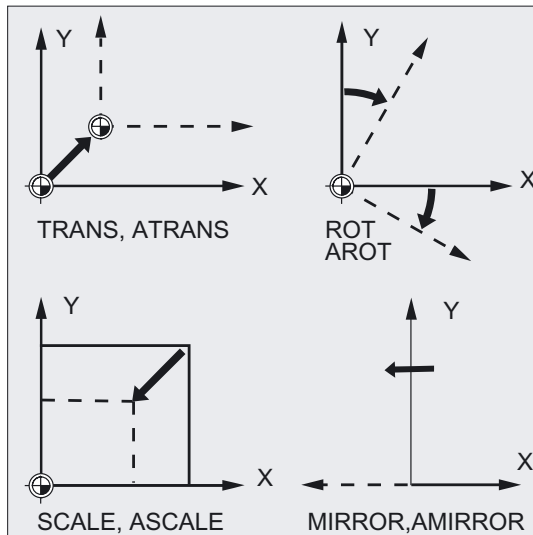
```
TRANS X... Y... Z... oder ATRANS X... Y... Z... oder  
G58 X... Y... Z... A... oder G59 X... Y... Z... A... oder  
ROT X... Y... Z... oder ROT RPL=... oder AROTX... Y... Z... oder AROT RPL=... oder  
ROTS X... Y... oder AROTS X... Y... oder CROTS X... Y... oder  
SCALE X... Y... Z... oder ASCALE X... Y... Z... oder  
MIRROR X0 Y0 Z0 oder AMIRROR X0 Y0 Z0 oder  
TOFRAME oder TOFRAMEZ oder TOFRAMEY oder TOFRAMEX oder  
TOROTOF oder TOROT oder TOROTZ oder TOROTY oder TOROTX oder  
PAROT oder PAROTOF oder  
CORROF(Achse,String[Achse,String]) oder CORROF(Achse,String) oder  
CORROF(Achse) oder CORROF()
```

VORSICHT
Die genannten Frame-Anweisungen werden jeweils in einem eigenen NC-Satz programmiert und in der programmierten Reihenfolge ausgeführt.

Anweisungen TRANS, ROT, SCALE und MIRROR

Ersetzende Anweisungen

TRANS, ROT, SCALE und MIRROR sind ersetzende Anweisungen.



Hinweis

Das bedeutet: jede dieser Anweisungen löscht **alle** zuvor programmierten Frame-Anweisungen.

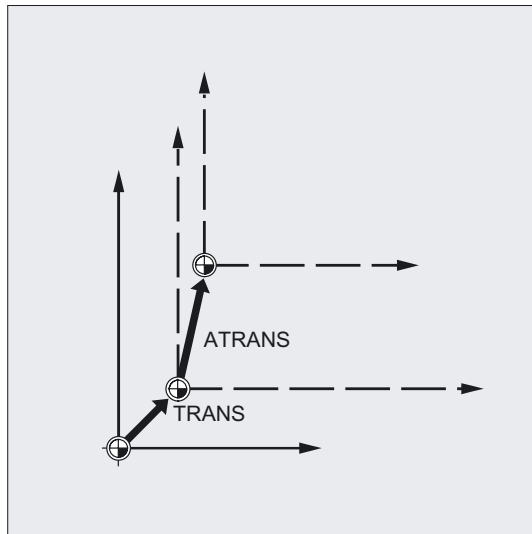
Als Bezug gilt die zuletzt aufgerufene einstellbare Nullpunktverschiebung G54 bis G599.

Additive Anweisungen

ATrans, AROT, AScale, AMIRROR sind additive Anweisungen. Als Bezug dient der aktuell eingestellte oder über Frame-Anweisungen zuletzt programmierte Werkstück-Nullpunkt. Die genannten Anweisungen bauen auf bereits bestehenden Frames auf.

Hinweis

Additive Anweisungen werden häufig in Unterprogrammen eingesetzt. Die im Hauptprogramm definierten Basisanweisungen bleiben nach Unterprogrammende erhalten, wenn das Unterprogramm mit dem SAVE-Attribut programmiert wurde.



Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Unterprogrammtechnik, Makrotechnik"

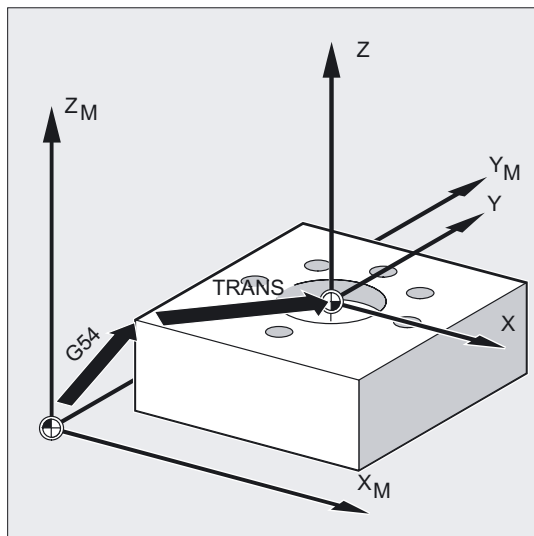
12.3 Programmierbare Nullpunktverschiebung

12.3.1 Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS)

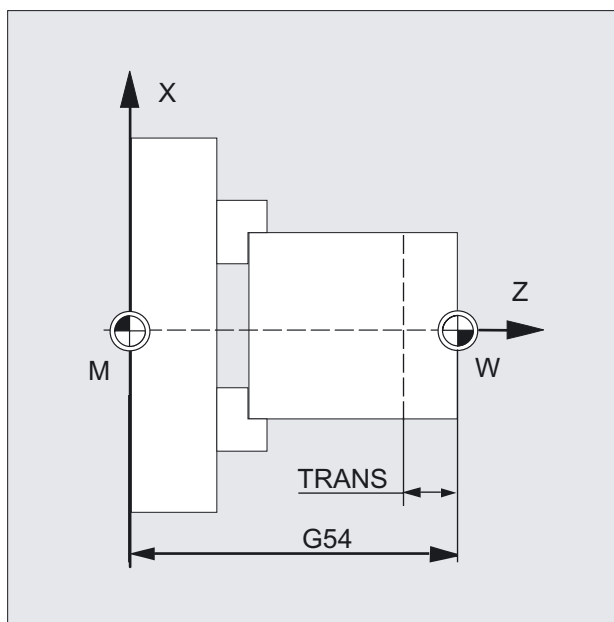
Funktion

Mit TRANS/ATRANS können für alle Bahn- und Positionierachsen Nullpunktverschiebungen in Richtung der jeweils angegebenen Achse programmiert werden. Hierdurch können Sie mit wechselnden Nullpunkten arbeiten. Zum Beispiel bei wiederkehrenden Bearbeitungsgängen an verschiedenen Werkstückpositionen.

Fräsen:



Drehen:



Programmierbare Nullpunktverschiebung ausschalten:
Für alle Achsen: TRANS (ohne Achsangabe)

Syntax

TRANS X... Y... Z... (Programmierung der ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

ATRANS X... Y... Z... (Programmierung der additiven Anweisung im eigenen NC-Satz)

Bedeutung

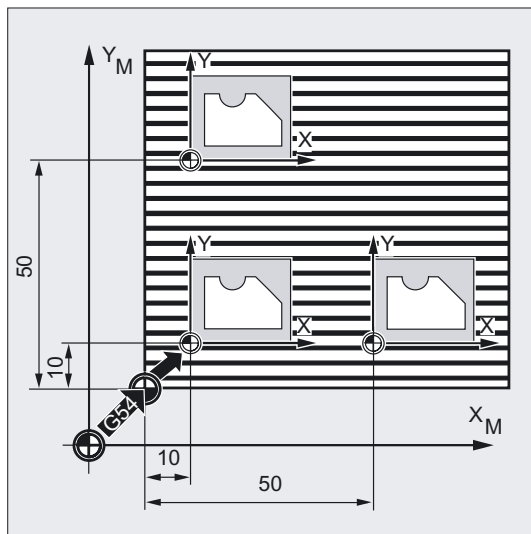
TRANS	Nullpunktverschiebung absolut, bezogen auf den aktuell gültigen, mit G54 bis G599 eingestellten Werkstücknullpunkt
ATRANS	wie TRANS, jedoch Nullpunktverschiebung additiv
X Y Z	Verschiebewert in Richtung der angegebenen Geometrieachse

Beispiel Fräsen

Bei diesem Werkstück kommen die gezeigten Formen in einem Programm mehrfach vor.

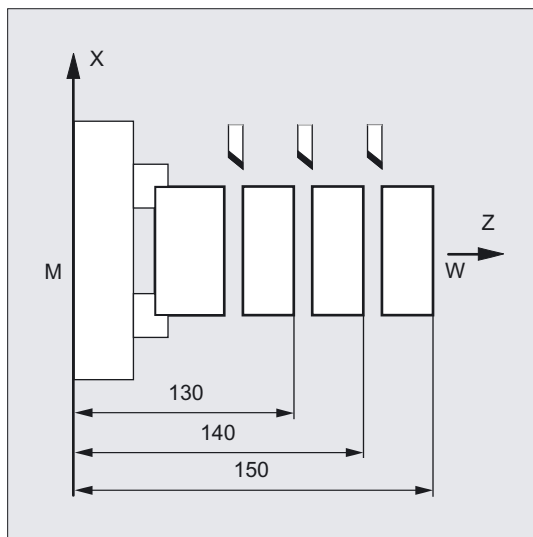
Die Bearbeitungsfolge für diese Form ist im Unterprogramm abgelegt.

Durch Nullpunktverschiebung setzen Sie nur die jeweils benötigten Werkstücknullpunkte und rufen dann das Unterprogramm auf.



Programmcode	Kommentar
N10 G1 G54	; Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 G0 X0 Y0 Z2	; Startpunkt anfahren
N30 TRANS X10 Y10	; Absolute Verschiebung
N40 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N50 TRANS X50 Y10	; Absolute Verschiebung
N60 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N70 M30	; Programmende

Beispiel Drehen



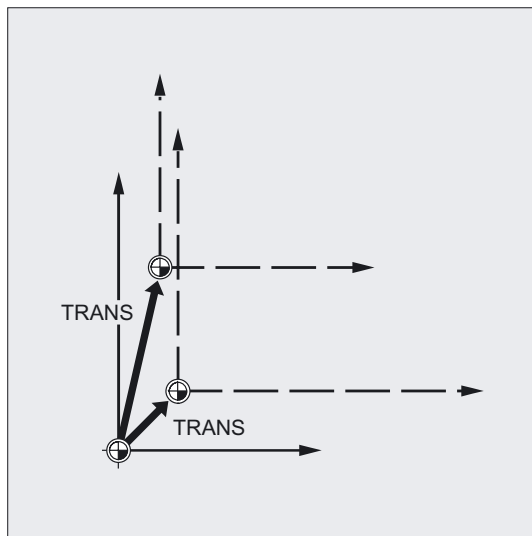
Programmcode	Kommentar
N.. ...	
N10 TRANS X0 Z150	; Absolute Verschiebung
N15 L20	; Unterprogramm-Aufruf
N20 TRANS X0 Z140 (oder ATRANS Z-10)	; Absolute Verschiebung
N25 L20	; Unterprogramm-Aufruf
N30 TRANS X0 Z130 (oder ATRANS Z-10)	; Absolute Verschiebung
N35 L20	; Unterprogramm-Aufruf
N.. ...	

Ersetzende Anweisung, TRANS X Y Z

Nullpunktverschiebung um die in den jeweils angegebenen Achsrichtungen (Bahn-, Synchron- und Positionierachsen) programmierten Verschiebewerte. Als Bezug gilt die zuletzt angegebene einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 bis G599).

Hinweis

Der Befehl TRANS setzt alle Frame-Komponenten des vorher gesetzten programmierbaren Frames zurück.

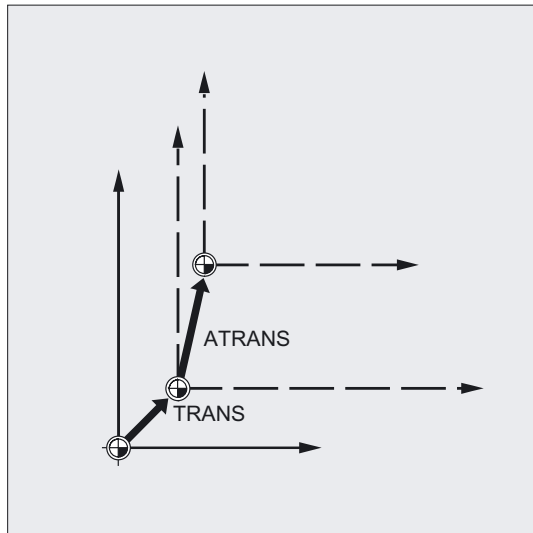


Hinweis

Eine Verschiebung, die auf bereits bestehenden Frames aufbauen soll, programmieren Sie mit ATRANS.

Additive Anweisung, ATRANS X Y Z

Nullpunktverschiebung um die in den jeweils angegebenen Achsrichtungen programmierten Verschiebewerte. Als Bezug gilt der aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Nullpunkt.



Hinweis

Vorher programmierte Frames werden gelöscht. Die einstellbare Nullpunktverschiebung bleibt erhalten.

12.3.2 Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59)

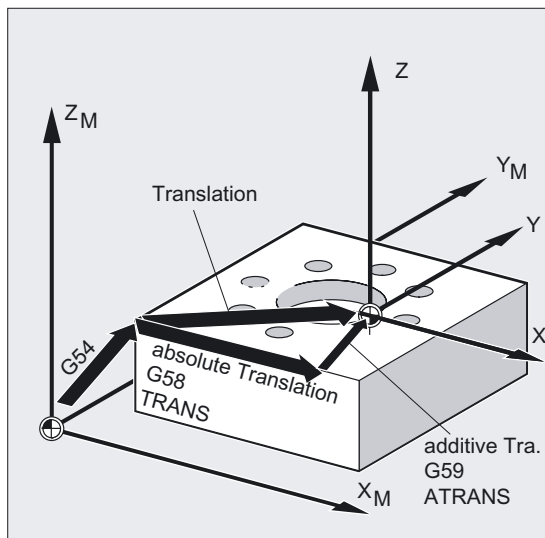
Funktion

Mit G58 und G59 können Translationsanteile der programmierbaren Nullpunktverschiebung (Frame) axial ersetzt werden. Die Translation besteht aus den Teilen:

- absoluter Anteil (G58, Grobverschiebung)
- additiver Anteil (G59, Feinverschiebung)

Maschinenhersteller

Diese Funktionen sind nur einsetzbar, wenn die Feinverschiebung über Maschinendatum MD24000 \$MC_FRAME_ADD_COMPONENTS=1 projiziert ist. Wird G58 oder G59 ohne projizierte Feinverschiebung verwendet, wird der Alarm "18312 Kanal %1 Satz %2 Frame: Feinverschiebung nicht projiziert" ausgegeben.



Syntax

G58 X... Y... Z... A... (Programmierung ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

G59 X... Y... Z... A... (Programmierung ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

Bedeutung

G58,	ersetzt den absoluten Translationsanteil der programmierbaren Nullpunktverschiebung für die angegebene Achse, die additiv-programmierte Verschiebung bleibt erhalten, (bezogen auf den mit G54 bis G599 eingestellten Werkstücknullpunkt)
G59	ersetzt den additiven Translationsanteil der programmierbaren Nullpunktverschiebung für die angegebene Achse, die absolut programmierte Verschiebung bleibt erhalten
X Y Z	Verschiebewert in Richtung der angegebenen Geometrieachse

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N...	
N50 TRANS X10 Y10 Z10	; absoluter Translationsanteil X10 Y10 Z10
N60 ATRANS X5 Y5	; additiver Translationsanteil X5 Y5 = Gesamtverschiebung X15 Y15 Z10
N70 G58 X20	; absoluter Translationsanteil X20 + addit. X5 Y5 = Gesamtverschiebung X25 Y15 Z10
N80 G59 X10 Y10	; additiver Translationsanteil X10 Y10 + absolut. X20 Y10 = Gesamtverschiebung X30 Y20 Z10
N...	

Beschreibung

Der absolute Translationsanteil wird durch folgende Befehle modifiziert:

- TRANS
- G58
- CTRANS
- CFINE
- \$P_PFRAME[X,TR]

Der additive Translationsanteil wird durch folgende Befehle modifiziert:

- ATRANS
- G59
- CTRANS
- CFINE
- \$P_PFRAME[X,FI]

Nachfolgende Tabelle beschreibt die Wirkung von verschiedenen Programmbefehlen auf die absolute und die additive Verschiebung.

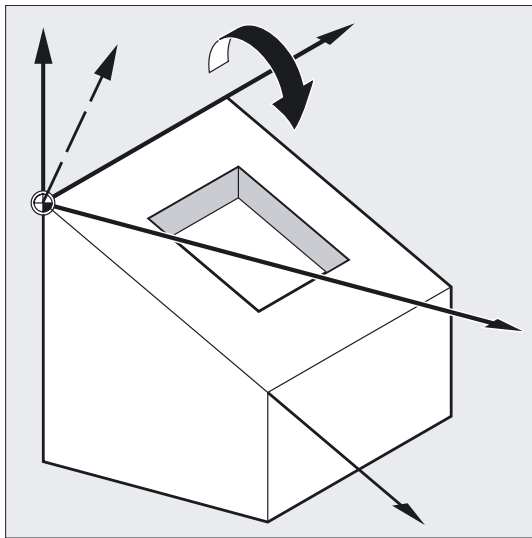
Wirkung der additiven/absoluten Verschiebung:

Befehl	Grob- bzw. absolute Verschiebung	Fein- bzw. additive Verschiebung	Kommentar
TRANS X10	10	unverändert	absolute Verschiebung für X
G58 X10	10	unverändert	Überschreiben der absoluten Verschiebung für X
\$P_PFRAME[X,TR] = 10	10	unverändert	progr. Versch. in X
ATrans X10	unverändert	fein (alt) + 10	additive Verschiebung für X
G59 X10	unverändert	10	Überschreiben der additiven Verschiebung für X
\$P_PFRAME[X,FI] = 10	unverändert	10	progr. Feinverschiebung in X
CTrans(X,10)	10	0	Verschiebung für X
CTrans()	0	0	Abwahl der Verschiebung (einschl. Feinverschiebungsanteil)
CFINE(X,10)	0	10	Feinverschiebung in X

12.4 Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL)

Funktion

Mit ROT/AROT lässt sich das Werkstückkoordinatensystem wahlweise um jede der drei Geometrieachsen X, Y, Z oder um einen Winkel RPL in der gewählten Arbeitsebene G17 bis G19 (bzw. um die senkrechte Zustellachse) drehen. Hierdurch können Sie schräg liegende Flächen oder mehrere Werkstückseiten in einer Aufspannung bearbeiten.



Syntax

ROT X... Y... Z... Ersetzende Anweisung für Drehung im Raum

ROT RPL=... Ersetzende Anweisung für Drehung in der Ebene

AROTX... Y... Z... Additive Anweisung für Drehung im Raum

AROT RPL=... Additive Anweisung für Drehung in der Ebene

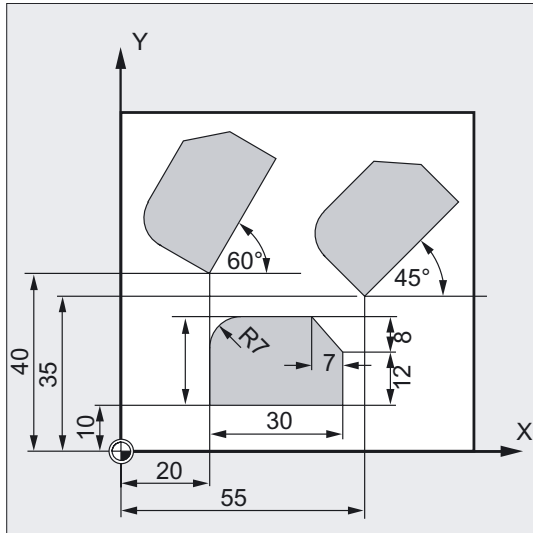
Alle Anweisungen müssen im eigenen NC-Satz programmiert werden.

Bedeutung

ROT	Drehung absolut, bezogen auf den aktuell gültigen mit G54 bis G599 eingestellten Werkstücknullpunkt
RPL	Drehung in der Ebene: Winkel, um den das Koordinatensystem gedreht wird (Ebene mit G17-G19 eingestellt). Die Reihenfolge in der die Drehung ausgeführt werden soll, lässt sich über Maschinendatum festlegen. In der Standardeinstellung gilt die RPY-Notation (= Roll, Pitch, Yaw) mit Z,Y,X

- AROT Drehung additiv, bezogen auf den aktuell gültigen eingestellten oder programmierten Nullpunkt
- X Y Z Drehung im Raum: Geometrieachsen, um die gedreht wird

Beispiel Ebene Drehung

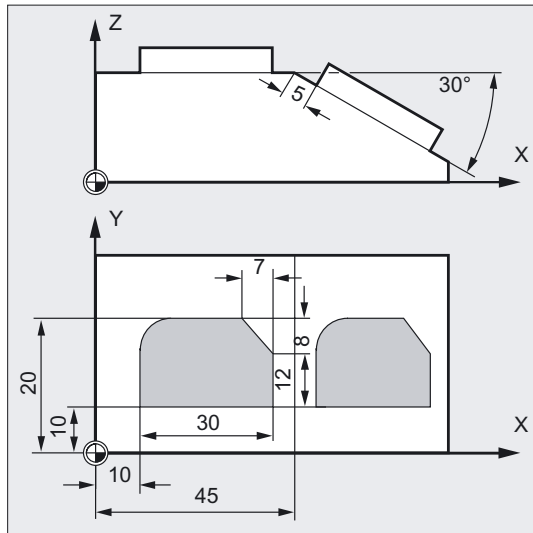


Bei diesem Werkstück kommen die gezeigten Formen in einem Programm mehrfach vor. Zusätzlich zur Nullpunktverschiebung müssen Drehungen durchgeführt werden, da die Formen nicht achsparallel angeordnet sind.

Programmcode	Kommentar
N10 G17 G54	; Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 TRANS X20 Y10	; Absolute Verschiebung
N30 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N40 TRANS X55 Y35	; Absolute Verschiebung
N50 AROT RPL=45	; Drehung des Koordinatensystems um 45°
N60 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N70 TRANS X20 Y40	; Absolute Verschiebung (setzt alle bisherigen Verschiebungen zurück)
N80 AROT RPL=60	; Additive Drehung um 60°
N90 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N100 G0 X100 Y100	; Wegfahren
N110 M30	; Programmende

Beispiel Räumliche Drehung

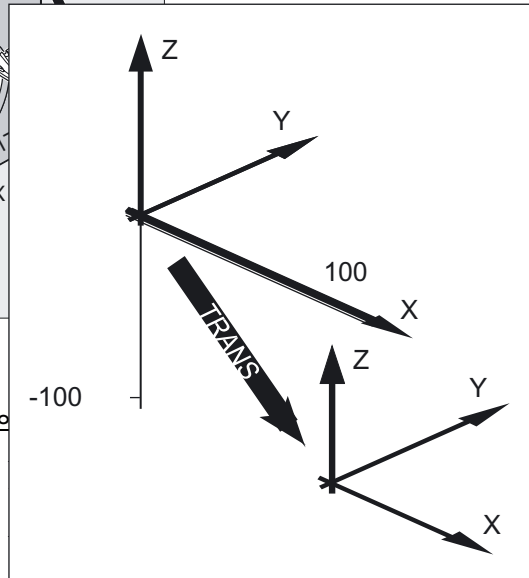
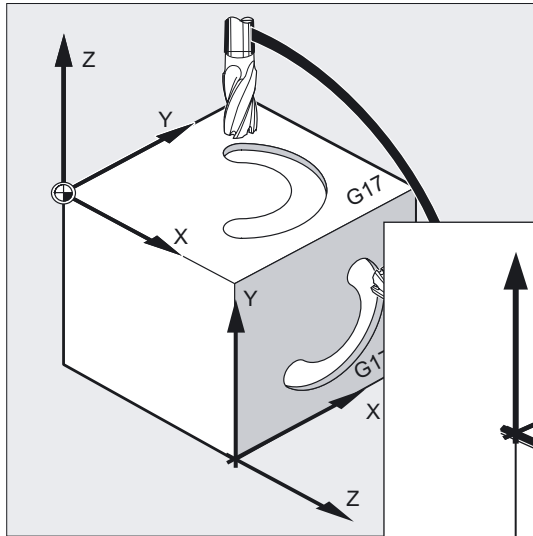
In diesem Beispiel sollen achsparallele und schräg liegende Werkstückflächen in einer Aufspannung bearbeitet werden. Voraussetzung: Das Werkzeug muss zur schrägen Fläche senkrecht in der gedrehten Z-Richtung ausgerichtet werden.



Programmcode	Kommentar
N10 G17 G54	; Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 TRANS X10 Y10	; Absolute Verschiebung
N30 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N40 ATRANS X35	; Additive Verschiebung
N50 AROT Y30	; Drehung um Y-Achse
N60 ATRANS X5	; Additive Verschiebung
N70 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N80 G0 X300 Y100 M30	; Wegfahren, Programmende

Beispiel Mehrseitenbearbeitung

In diesem Beispiel werden in zwei senkrecht zueinander stehenden Werkstückflächen identische Formen über Unterprogramme hergestellt. Im neuen Koordinatensystem auf der rechten Werkstückfläche sind Zustellrichtung, Arbeitsebene und der Nullpunkt so eingerichtet wie in der oberen Fläche. Damit gelten weiterhin die für den Unterprogrammablauf notwendigen Bedingungen: Arbeitsebene G17, Koordinatenebene X/Y, Zustellrichtung Z.



Programmcode	Kommentar
N10 G17 G54	;
N20 L10	;
N30 TRANS X100 Z-100	;
N40 AROT Y90	; Drehung des Koordinatensystems um Y
N50 AROT Z90	; Drehung des Koordinatensystems um Z
N60 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N70 G0 X300 Y100 M30	; Wegfahren, Programmende



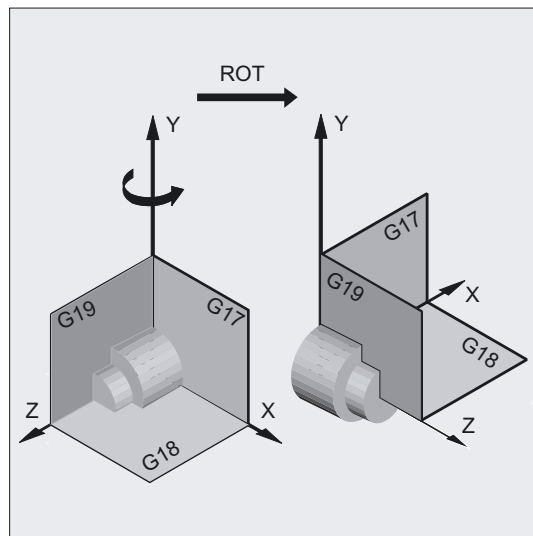
Drehung in der Ebene

Das Koordinatensystem wird in der

- mit G17 bis G19 gewählten Ebene gedreht.
Ersetzende Anweisung, ROT RPL oder Additive Anweisung, AROT RPL
- aktuellen Ebene um den mit RPL= programmierten Drehwinkel gedreht.

Hinweis

Weitere Erklärungen siehe Drehungen im Raum.



Ebenenwechsel

! WARNUNG

Wenn Sie nach einer Drehung einen Ebenenwechsel (G17 bis G19) programmieren, bleiben die programmierten Drehwinkel für die jeweiligen Achsen erhalten und gelten dann auch in der neuen Arbeitsebene. Deshalb empfiehlt es sich, vor einem Ebenenwechsel die Rotation auszuschalten.

Drehung ausschalten

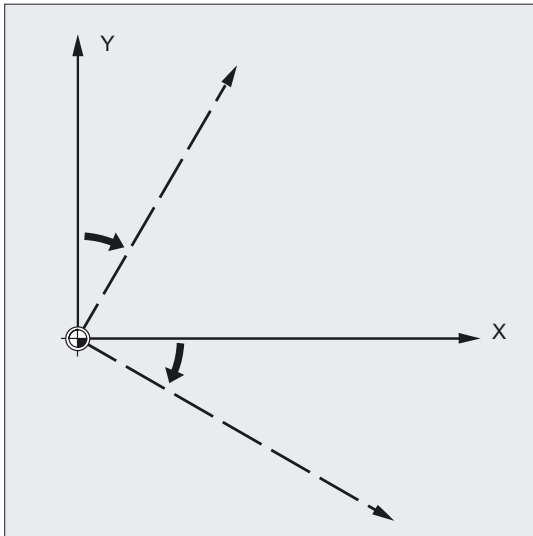
Für alle Achsen: ROT (ohne Achsangabe)

VORSICHT
In beiden Fällen werden alle Frame-Komponenten des vorher programmierten Frames zurückgesetzt.

Ersetzende Anweisung, ROT X Y Z

Das Koordinatensystem wird um die angegebenen Achsen mit programmiertem Drehwinkel gedreht. Als Drehpunkt gilt die zuletzt angegebene einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 bis G599).

VORSICHT
Der Befehl ROT setzt alle Frame-Komponenten des vorher gesetzten programmierbaren Frames zurück.

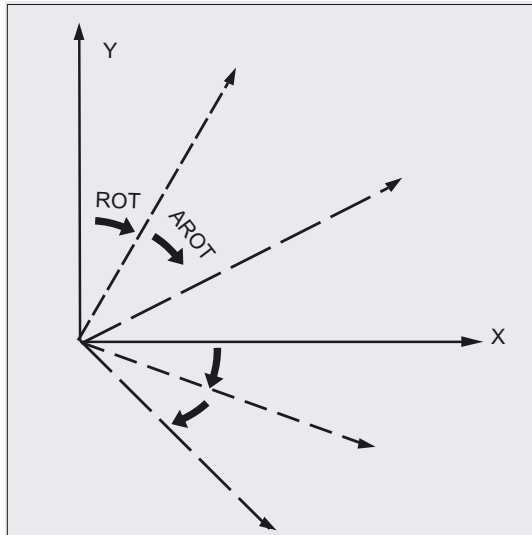


Hinweis

Eine neue Drehung, die auf bereits bestehenden Frames aufbauen soll, programmieren Sie mit AROT.

Additive Anweisung, AROT X Y Z

Drehung um die in den jeweils angegebenen Achsrichtungen programmierten Winkelwerte.
Als Drehpunkt gilt der aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Nullpunkt.

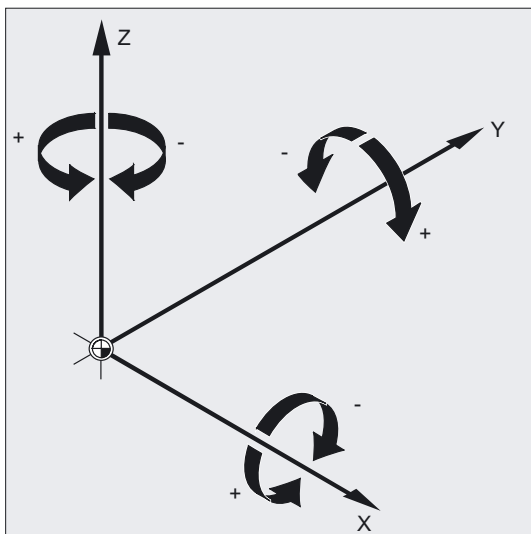


Hinweis

Beachten Sie bei beiden Anweisungen Reihenfolge und Drehrichtung, in der die Drehungen ausgeführt werden (siehe folgende Seite)!

Drehrichtung

Als positiver Drehwinkel ist festgelegt: Blick in Richtung der positiven Koordinatenachse und Drehung im Uhrzeigersinn.



Reihenfolge der Drehungen

Sie können in einem NC-Satz gleichzeitig um bis zu drei Geometrieachsen drehen.

Die Reihenfolge RPY-Notation oder Eulerwinkel, in der die Drehungen ausgeführt werden, lässt sich in den Maschinendatum wie folgt festlegen:

MD 10600: FRAME_ANGLE_INPUT_MODE =

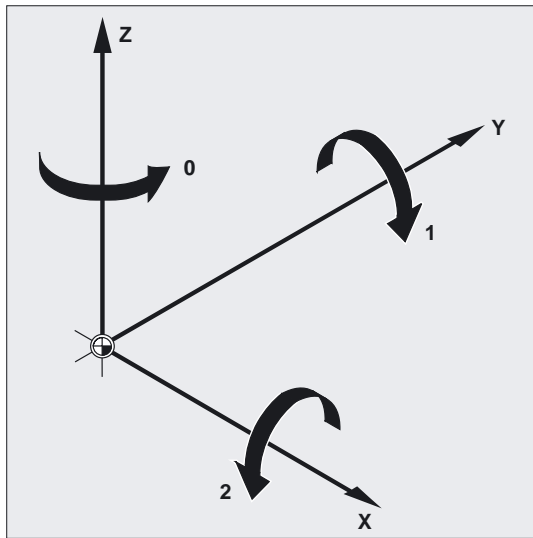
- RPY-Notation (in der Standardeinstellung gilt die RPY-Notation)
- Eulerwinkel

Danach ist die Reihenfolge Z, Y, X der Drehungen folgendermaßen festgelegt:

Drehung um die 3. Geometrieachse (Z)

Drehung um die 2. Geometrieachse (Y)

Drehung um die 1. Geometrieachse (X)



Diese Reihenfolge gilt, wenn die Geometrieachsen in **einem** Satz programmiert werden. Sie gilt auch unabhängig von der Eingabereihenfolge. Falls nur zwei Achsen gedreht werden sollen, kann die Angabe der 3. Achse (Wert Null) entfallen.

Wertebereich mit RPY-Winkel

Die Winkel sind **nur** eindeutig in den folgenden Wertebereichen definiert:

Drehung um 1. Geometrieachse: $-180^\circ \leq X \leq +180^\circ$

Drehung um 2. Geometrieachse: $-90^\circ \leq Y \leq +90^\circ$

Drehung um 3. Geometrieachse: $-180^\circ \leq Z \leq +180^\circ$

Mit diesem Wertebereich sind alle möglichen Drehungen darstellbar. Werte außerhalb dieses Bereichs werden beim Schreiben und Lesen von der Steuerung in den oben genannten Bereich normiert. Dieser Wertebereich gilt auch für Framevariable.

Beispiele für Zurücklesen bei RPY

```
$P_UIFR[1] = CROT(X, 10, Y, 90, Z, 40)
```

liefert beim Zurücklesen

```
$P_UIFR[1] = CROT(X, 0, Y, 90, Z, 30)
```

```
$P_UIFR[1] = CROT(X, 190, Y, 0, Z, -200)
```

liefert beim Zurücklesen

```
$P_UIFR[1] = CROT(X, -170, Y, 0, Z, 160)
```

Beim Schreiben und Lesen von Frame-Drehkomponenten müssen die Grenzen des Wertebereichs eingehalten werden, damit beim Schreiben und Lesen oder beim wiederholten Schreiben die gleichen Ergebnisse erzielt werden.

Wertebereich mit Euler-Winkel

Die Winkel sind **nur** eindeutig in den folgenden Wertebereichen definiert:

Drehung um 1. Geometrieachse: $0^\circ \leq X \leq +180^\circ$

Drehung um 2. Geometrieachse: $-180^\circ \leq Y \leq +180^\circ$

Drehung um 3. Geometrieachse: $-180^\circ \leq Z \leq +180^\circ$

Mit diesem Wertebereich sind alle möglichen Drehungen darstellbar. Werte außerhalb dieses Bereichs werden von der Steuerung in den oben genannten Bereich normiert. Dieser Wertebereich gilt auch für Framevariable.



VORSICHT

Damit geschriebene Winkel eindeutig zurück gelesen werden, ist es zwingend erforderlich, die definierten Wertebereiche einzuhalten.

Hinweis

Wenn Sie die Reihenfolge der Drehungen individuell festlegen wollen, programmieren Sie nacheinander für jede Achse mit AROT die gewünschte Drehung.

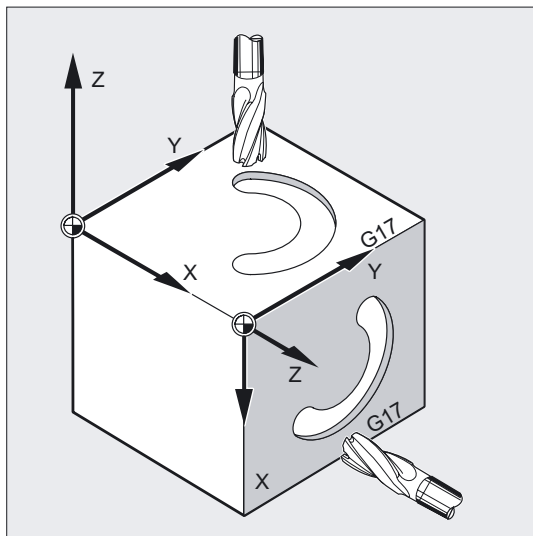
Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)

Die Arbeitsebene dreht sich mit

Bei der räumlichen Drehung dreht sich die mit G17, G18 oder G19 festgelegte Arbeitsebene mit.

Beispiel: Arbeitsebene G17 X/Y, das Werkstückkoordinatensystem liegt auf der Deckfläche des Werkstücks. Durch Translation und Rotation wird das Koordinatensystem in eine der Seitenflächen verschoben. Die Arbeitsebene G17 dreht sich mit. Hierdurch können ebene Zielpositionen weiterhin in X/Y-Koordinaten und die Zustellung in Z-Richtung programmiert werden.



Voraussetzung:

Das Werkzeug muss senkrecht zur Arbeitsebene stehen, die positive Richtung der Zustellachse zeigt in Richtung Werkzeugaufnahme. Durch Angabe von CUT2DF wirkt die Werkzeugradiuskorrektur in der gedrehten Ebene. Mehr Informationen hierzu in Kapitel "2D-Werkzeugkorrektur, CUT2D CUT2DF".

12.5 Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS)

Funktion

Orientierungen im Raum können Sie über Framedrehungen mit Raumwinkeln ROTs, AROTS, CROTS festlegen. Die Programmierbefehle ROTs und AROTS verhalten sich analog zu ROT und AROT.

Syntax

Bei Programmierung der Raumwinkel X und Y liegt die neue X-Achse in der alten Z-X-Ebene.

```
ROTS X... Y...
```

```
AROTS X... Y...
```

```
CROTS X... Y...
```

Bei Programmierung der Raumwinkel Z und X liegt die neue Z-Achse in der alten Y-Z-Ebene.

```
ROTS Z... X...
```

```
AROTS Z... X...
```

```
CROTS Z... X...
```

Bei Programmierung der Raumwinkel Y und Z liegt die neue Y-Achse in der alten X-Y-Ebene.

```
ROTS Y... Z...
```

```
AROTS Y... Z...
```

```
CROTS Y... Z...
```

Bedeutung

ROTS Framedrehungen mit Raumwinkeln bei Orientierung einer Ebene im Raum absolut, bezogen auf den aktuell gültigen Frame mit eingestellten Werkstücknullpunkt für G54 bis G599.

AROTS Framedrehungen mit Raumwinkeln bei Orientierung einer Ebene im Raum additiv, bezogen auf den aktuell gültigen Frame mit eingestellten oder programmierten Nullpunkt.

CROTS Framedrehungen mit Raumwinkeln bei Orientierung einer Ebene im Raum, bezogen auf das gültige Frame in der Datenhaltung mit Drehung in den angegebenen Achsen.

X Y Z Maximal dürfen zwei Raumwinkel angegeben werden

RPL Drehung in der Ebene: Winkel, um den das Koordinatensystem gedreht wird (Ebene mit G17-G19 eingestellt)

12.6 Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE)

Funktion

Mit SCALE/ASCALE können Sie für alle Bahn-, Synchron- und Positionierachsen Maßstabsfaktoren in Richtung der jeweils angegebenen Achse programmieren. Hierdurch lässt sich die Größe einer Form verändern. Damit können Sie z. B. geometrisch ähnliche Formen oder unterschiedliche Schwundmaße bei der Programmierung berücksichtigen.

Maßstabsfaktor ausschalten

Für alle Achsen: SCALE (ohne Achsangabe). Es werden alle Frame-Komponenten des vorher programmierten Frames zurückgesetzt.

Syntax

SCALE X... Y... Z... (Programmierung der ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

ASCALE X... Y... Z... (Programmierung der additiven Anweisung im eigenen NC-Satz)

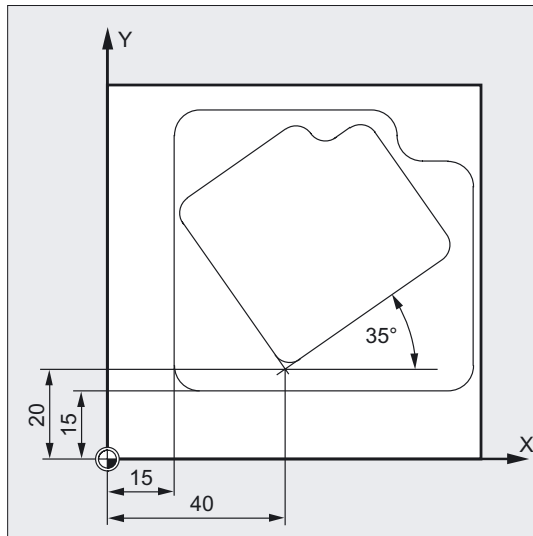
Bedeutung

SCALE	Vergrößern/Verkleinern absolut, bezogen auf das aktuell gültige, mit G54 bis G599 eingestellte Koordinatensystem
ASCALE	Vergrößern/Verkleinern additiv, bezogen auf das aktuell gültige eingestellte oder programmierte Koordinatensystem
X Y Z	Maßstabsfaktor in Richtung der angegebenen Geometrieachse

Beispiel Fräsen

Bei diesem Werkstück kommen die beiden Taschen zweimal vor, jedoch in unterschiedlichen Größen und zueinander verdreht. Die Bearbeitungsfolge ist im Unterprogramm abgelegt.

Durch Nullpunktverschiebung und Rotation setzen Sie die jeweils benötigten Werkstücknullpunkte, durch Skalierung verkleinern Sie die Kontur und rufen dann wieder das Unterprogramm auf.



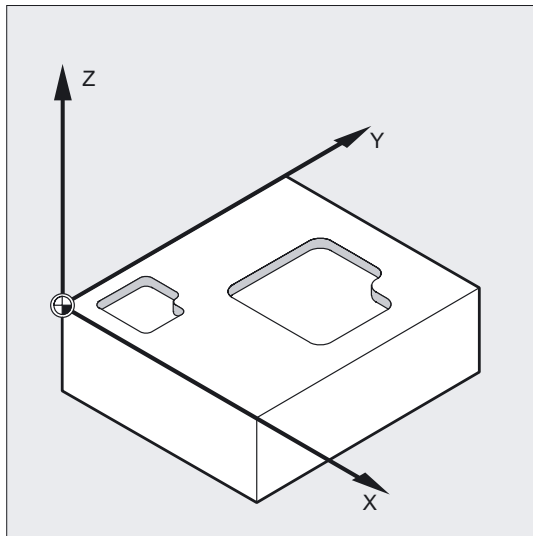
Programmcode	Kommentar
N10 G17 G54	; Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 TRANS X15 Y15	; Absolute Verschiebung
N30 L10	; Große Tasche fertigen
N40 TRANS X40 Y20	; Absolute Verschiebung
N50 AROT RPL=35	; Drehung in der Ebene um 35°
N60 ASCALE X0.7 Y0.7	; Maßstabsfaktor für die kleine Tasche
N70 L10	; Kleine Tasche fertigen
N80G0 X300 Y100 M30	; Wegfahren, Programmende

Ersetzende Anweisung, SCALE X Y Z

Für jede Achse kann ein eigener Maßstabsfaktor angegeben werden, um den vergrößert oder verkleinert werden soll. Die Skalierung bezieht sich auf das mit G54 bis G57 eingestellte Werkstückkoordinatensystem.

ACHTUNG

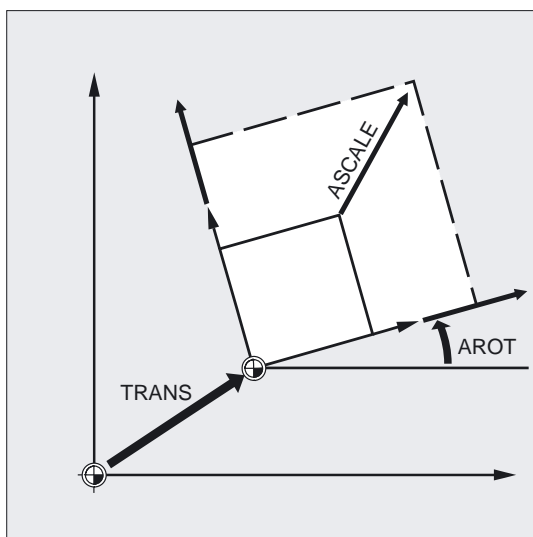
Der Befehl SCALE setzt alle Frame-Komponenten des vorher gesetzten programmierbaren Frames zurück.



Additive Anweisung, ASCALE X Y Z

Eine Maßstabsveränderung, die auf bereits bestehenden Frames aufbauen soll, programmieren Sie mit ASCALE. In diesem Fall wird der zuletzt gültige mit dem neuen Maßstabsfaktor multipliziert.

Als Bezug für die Maßstabsveränderung gilt das aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Koordinatensystem.

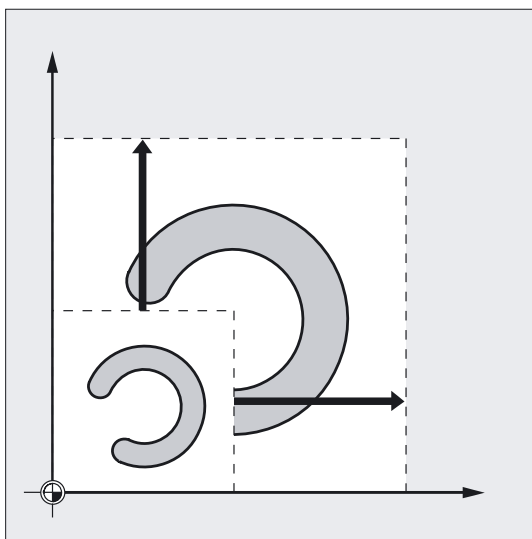


Hinweis

Wenn Sie nach SCALE eine Verschiebung mit ATRANS programmieren, werden die Verschiebewerte ebenfalls skaliert.

VORSICHT

Vorsicht mit unterschiedlichen Maßstabsfaktoren! Beispiel: Kreisinterpolationen können nur mit den gleichen Faktoren skaliert werden. Sie können jedoch unterschiedliche Maßstabsfaktoren gezielt einsetzen, zum Beispiel für die Programmierung verzerrter Kreise.



12.7 Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR)

Funktion

Mit MIRROR/AMIRROR können Werkstückformen an Koordinatenachsen gespiegelt werden. Alle Fahrbewegungen, die nach dem Spiegel-Aufruf, z. B. im Unterprogramm programmiert sind, werden gespiegelt ausgeführt.

Syntax

MIRROR X0 Y0 Z0 (Programmierung der ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

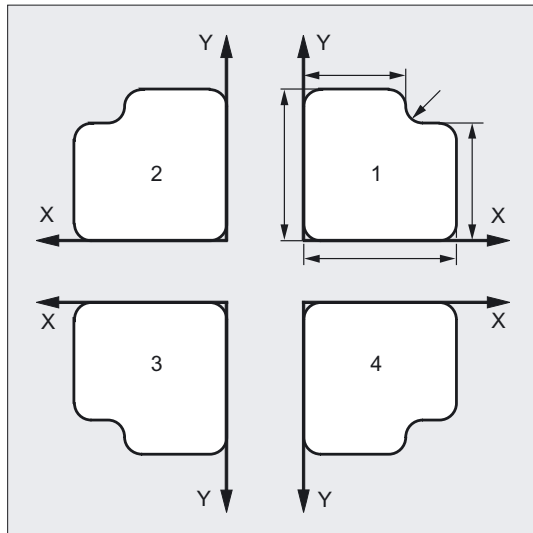
AMIRROR X0 Y0 Z0 (Programmierung der additiven Anweisung im eigenen NC-Satz)

Bedeutung

MIRROR	Spiegeln absolut, bezogen auf das aktuell gültige, mit G54 bis G599 eingestellte Koordinatensystem
AMIRROR	Spiegeln additiv, bezogen auf das aktuell gültige eingestellte oder programmierte Koordinatensystem
X Y Z	Geometrieachse, deren Richtung getauscht werden soll. Der hier angegebene Wert ist frei wählbar, z. B. X0 Y0 Z0.

Beispiel Spiegelung Fräsen

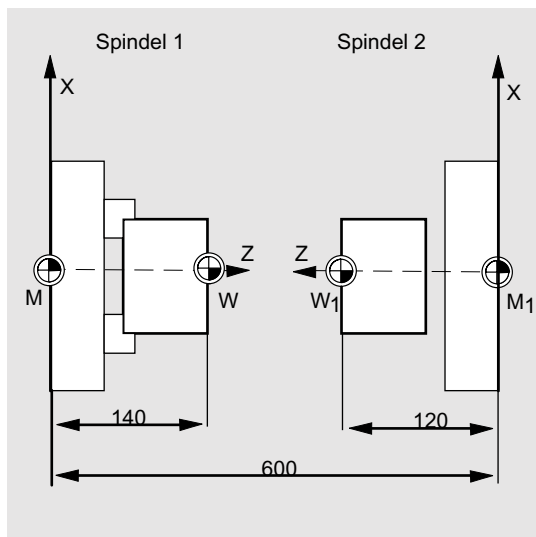
Die hier gezeigte Kontur programmieren Sie einmal als Unterprogramm. Die drei weiteren Konturen erzeugen Sie durch Spiegelung. Der Werkstücknullpunkt wird zentral zu den Konturen angeordnet.



Programmcode	Kommentar
N10 G17 G54	; Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 L10	; Erste Kontur rechts oben fertigen
N30 MIRROR X0	; Spiegeln der X-Achse (in X wird die Richtung getauscht)
N40 L10	; Zweite Kontur links oben fertigen
N50 AMIRROR Y0	; Spiegeln der Y-Achse (in Y wird die Richtung getauscht)
N60 L10	; Dritte Kontur links unten fertigen
N70 MIRROR Y0	; MIRROR setzt vorherige Frames zurück. Spiegeln der Y-Achse (in Y wird die Richtung getauscht)
N80 L10	; Vierte Kontur rechts unten fertigen
N90 MIRROR	; Spiegeln ausschalten
N100 G0 X300 Y100 M30	; Wegfahren, Programmende

Beispiel Spiegelung Drehen

Die eigentliche Bearbeitung wird als Unterprogramm abgelegt und die Abarbeitung an der jeweiligen Spindel realisieren Sie durch Spiegelungen und Verschiebungen.



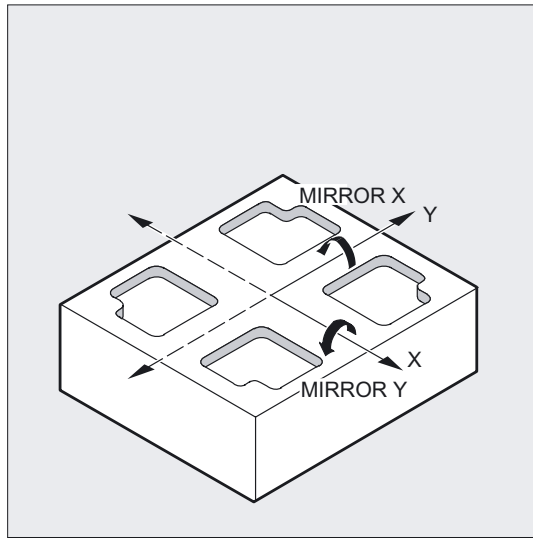
Programmcode	Kommentar
N10 TRANS X0 Z140	; Nullpunktverschiebung auf W
N.. ...	; Bearbeitung der 1. Seite mit Spindel 1
N30 TRANS X0 Z600	; Nullpunktverschiebung auf Spindel 2
N40 AMIRROR Z0	; Spiegeln der Z-Achse
N50 ATRANS Z120	; Nullpunktverschiebung auf W1
N.. ...	; Bearbeitung der 2. Seite mit Spindel 2

Ersetzende Anweisung, MIRROR X Y Z

Die Spiegelung wird über axiale Richtungswechsel in der gewählten Arbeitsebene programmiert.

Beispiel: Arbeitsebene G17 X/Y

Die Spiegelung (an der Y-Achse) erfordert einen Richtungswechsel in X und wird demnach programmiert mit MIRROR X0. Die Kontur wird dann spiegelverkehrt auf der gegenüberliegenden Seite der Spiegelachse Y bearbeitet.

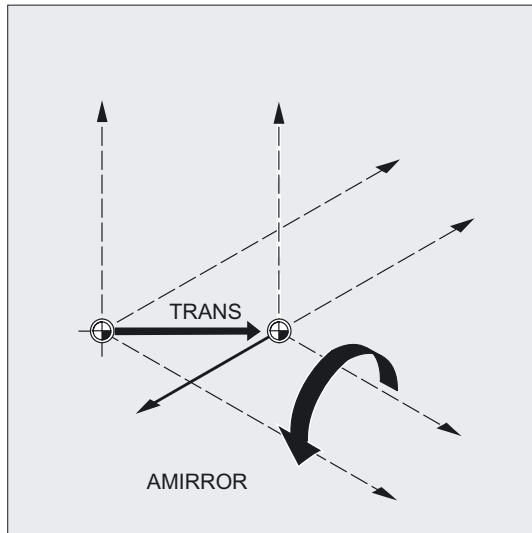


Die Spiegelung bezieht sich auf die mit G54 bis G57 eingestellten Koordinatenachsen.

VORSICHT
Der Befehl MIRROR löscht alle vorher gesetzten programmierbaren Frames.

Additive Anweisung, AMIRROR X Y Z

Eine Spiegelung, die auf bereits bestehenden Transformationen aufbauen soll, programmieren Sie mit AMIRROR. Als Bezug gilt das aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Koordinatensystem.



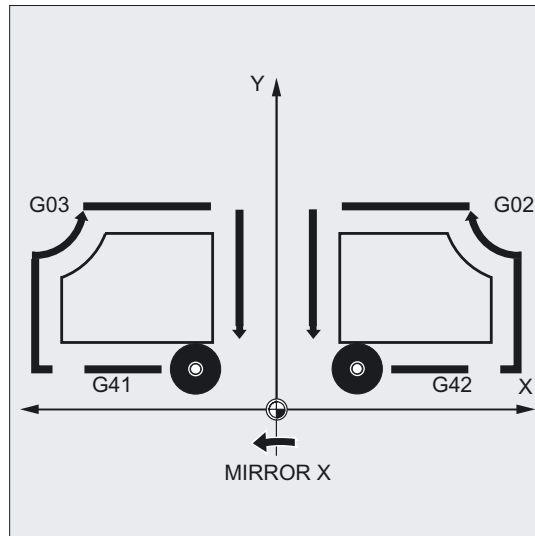
Spiegelung ausschalten

Für alle Achsen: MIRROR (ohne Achsangabe)

Hierbei werden alle Frame-Komponenten des vorher programmierten Frames zurückgesetzt.

Hinweis

Die Steuerung stellt mit dem Spiegelbefehl automatisch die Bahnkorrekturbefehle (G41/G42 bzw. G42/G41) entsprechend der veränderten Bearbeitungsrichtung um.



Gleiches gilt für den Kreisdrehsinn (G2/G3 bzw. G3/G2).

Hinweis

Wenn Sie nach MIRROR eine additive Drehung mit AROT programmieren, müssen Sie fallweise mit umgekehrten Drehrichtungen (positiv/negativ bzw. negativ/positiv) arbeiten. Spiegelungen in den Geometrieachsen werden von der Steuerung selbsttätig in Rotationen und ggf. Spiegelungen der durch Maschinendatum einstellbaren Spiegelachse umgerechnet. Dies gilt auch für einstellbare Nullpunktverschiebungen.

Maschinenhersteller

- Über Maschinendatum MD kann eingestellt werden, um welche Achse gespiegelt wird. MD 10610 = 0: Es wird um die programmierte Achse gespiegelt (Negieren der Werte). MD 10610 = 1 oder 2 oder 3: Je nach Eingabewert wird das Spiegeln auf ein Spiegeln einer bestimmten Bezugsachse (1=X-Achse; 2=Y-Achse; 3=Z-Achse) und Drehungen von zwei anderen Geometrieachsen abgebildet.
- Mit dem MD10612 MIRROR_TOGGLE = 0 kann festgelegt werden, dass die programmierten Werte immer ausgewertet werden. Bei einem Wert von 0, wie bei MIRROR X0, wird die Spiegelung der Achse ausgeschaltet und bei Werten ungleich 0 wird die Achse gespiegelt, wenn sie noch nicht gespiegelt ist.

12.8 Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT)

Funktion

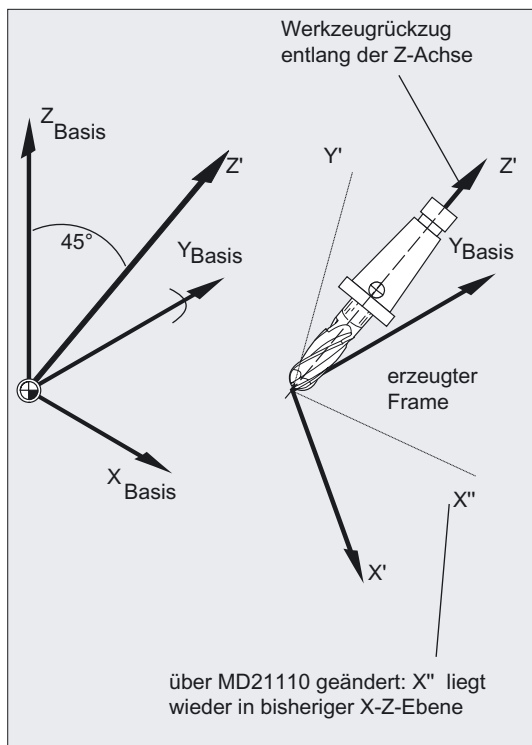
TOFRAME erzeugt einen rechtwinkligen Frame, dessen Z-Achse mit der aktuellen Werkzeugausrichtung übereinstimmt. Damit können Sie z. B. nach einem Werkzeugbruch bei einem 5-Achs-Programm kollisionsfrei freifahren, indem Sie die Z-Achse zurückziehen. Der resultierende Frame, der die Orientierung beschreibt, steht in der Systemvariablen für den programmierbaren Frame \$P_PFRAME.

Mit TOROT wird im programmierten Frame nur der Rotationsanteil überschrieben. Alle übrigen Komponenten bleiben unverändert.

Mit PAROT wird das Werkstück am Werkstückkoordinatensystem (WKS) ausgerichtet.

Maschinenhersteller

Die Lage der beiden Achsen X und Y kann im MD21110: X_AXES_IN_OLD_X_Z_PLANE festgelegt werden; dabei wird X in die bisherige X-Z-Ebene um Z gedreht.



Syntax

TOFRAME	Framedrehung in Werkzeugrichtung
TOFRAMEZ oder TOFRAMEY oder TOFRAMEX	Z/Y/X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung
TOROTOF	Framedrehung in Werkzeugrichtung AUS
oder Framedrehung ein mit	
TOROT oder TOROTZ oder TOROTY oder TOROTX	Z/Y/X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung
PAROT	Werkstückkoordinatensystem (WKS) am Werkstück ausrichten
PAROTOF	Werkstückbezogene Framedrehung ausschalten

Bedeutung

TOFRAME	Framedrehung in Werkzeugrichtung Nach dem Satz mit TOFRAME, gilt der neue Frame, dessen Z-Achse in Werkzeugrichtung zeigt. Mit TOROTOF wird die Framedrehung in Werkzeugrichtung ausgeschaltet.
TOFRAMEZ TOFRAMEY TOFRAMEX	Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung
TOROTOF	Framedrehung in Werkzeugrichtung AUS
TOROT	Framedrehung ein Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung. Die durch TOROT definierte Drehung ist die gleiche wie bei TOFRAME.
TOROTZ TOROTY TOROTX	Framedrehung ein Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung Framedrehung ein Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung Framedrehung ein X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung
PAROT	Werkstückkoordinatensystem (WKS) am Werkstück ausrichten. Translationen, Skalierungen und Spiegelungen im aktiven Frame bleiben erhalten. Die mit PAROT aktivierte werkstückbezogene Framedrehung wird mit PAROTOF ausgeschaltet.
PAROTOF	Werkstückbezogene Framedrehung ausschalten

Fräsbearbeitung bei Arbeitsebene G17

Mit TOFRAME oder TOROT werden Frames definiert, deren Z-Richtung in Werkzeugrichtung zeigt. Diese Definition ist auf Fräsbearbeitungen zugeschnitten, bei denen typischerweise Arbeitsebene G17 X/Y der 1.-2. Geometrieachse aktiv.

Drehbearbeitung bei Arbeitsebene G18 oder G19

Insbesondere bei Drehbearbeitungen oder allgemein bei aktiven G18 oder G19 werden Frames benötigt, bei denen die Ausrichtung des Werkzeugs in X-Achse oder Y-Achse erfolgt. Mit den G-Codes

- TOFRAMEX TOROTX
- TOFRAMEY TOROTY
- TOFRAMEZ TOROTZ

kann ein entsprechendes Frame definiert werden. Diese Funktionalität von TOFRAME und TOFRAMEZ oder TOROT und TOROTZ ist jeweils identisch.

Beispiel TOFRAME

Programmcode	Kommentar
N100 G0 G53 X100 Z100 D0	
N120 TOFRAME	
N140 G91 Z20	; der Frame TOFRAME wird eingerechnet, alle programmierten Geometrieachsbewegungen beziehen sich auf TOFRAME
N160 X50	
...	

Fräsbearbeitung bei Arbeitsebene G17

Mit TOFRAME oder TOROT werden Frames definiert, deren Z-Richtung in Werkzeugrichtung zeigt. Diese Definition ist auf Fräsbearbeitungen zugeschnitten, bei denen typischerweise Arbeitsebene G17 X/Y der 1.-2. Geometrieachse aktiv.

Drehbearbeitung bei Arbeitsebene G18 oder G19

Insbesondere bei Drehbearbeitungen oder allgemein bei aktiven G18 oder G19 werden Frames benötigt, bei denen die Ausrichtung des Werkzeugs in X-Achse oder Y-Achse erfolgt. Mit den G-Codes

- TOFRAMEX TOROTX
- TOFRAMEY TOROTY
- TOFRAMEZ TOROTZ

kann ein entsprechendes Frame definiert werden. Diese Funktionalität von TOFRAME und TOFRAMEZ oder TOROT und TOROTZ ist jeweils identisch.

Zuordnung Achsrichtung

Wird an Stelle von TOFRAME(Z) oder TOROT(Z) einer der G-Codes TOFRAMEX, TOFRAMEY, TOROTX, TOROTY programmiert, dann gelten die Zuordnungen der Achsrichtungen entsprechend dieser Tabelle:

TOFRAME (Z), TOROT (Z)	TOFRAMEY, TOROTY	TOFRAMEX, TOROTX	
Z	Y	X	Werkzeugrichtung (Applikate)
X	Z	Y	Nebenachse (Abszisse)
Y	X	Z	Nebenachse (Ordinate)

Hinweis

Nach einer Werkzeugausrichtung mit TOFRAME beziehen sich alle programmierten Geometrieachsbewegungen auf den dadurch erzeugten Frame.

Hinweis

Eigener Systemframe für TOFRAME oder TOROT

Die durch TOFRAME oder TOROT entstehenden Frames können in einen eigenen Systemframe \$P_TOOLFRAME geschrieben werden.

Dazu muss das Bit 3 im Maschinendatum MD 28082: MM_SYSTEM_FRAME_MASK gesetzt werden. Der programmierbare Frame bleibt hierbei unverändert erhalten. Unterschiede ergeben sich, wenn der programmierbare Frame weiter bearbeitet wird.

Hinweis

Mit dem Sprachbefehl TOROT wird eine konsistente Programmierung bei aktiven orientierbaren Werkzeugträgern für jeden Kinematiktyp erreicht. Analog zur Situation bei drehbarem Werkzeugträger, kann mit PAROT eine Drehung des Werkzeugschneidens aktiviert werden. Damit wird ein Frame definiert, welches die Lage des Werkstückkoordinatensystems so verändert, dass es zu keiner Ausgleichsbewegung der Maschine kommt. Der Sprachbefehl PAROT wird nicht abgelehnt, wenn kein orientierbarer Werkzeugträger aktiv ist.

Literatur: Weitere Erläuterungen zu Maschinen mit orientierbaren Werkzeugträger siehe:
/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Werkzeugorientierung"
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1),
Kapitel "Orientierbare Werkzeugträger"

12.9 Frame abwählen (G53, G153, SUPA, G500)

Funktion

Beim Abarbeiten bestimmter Vorgänge, wie z. B. Anfahren des Werkzeugwechsellpunktes oder Grundstellung müssen verschiedene Frame-Komponenten definiert und zeitlich bestimmt unterdrückt werden. Eingestellte Frames können entweder modal ausgeschaltet oder satzweise unterdrückt werden.

Die programmierbaren Frames löschen Sie durch Angabe einer Komponente TRANS, ROT, SCALE, MIRROR ohne Achsangabe.

Koordinatentransformationen ausschalten

Hierbei ist zu unterscheiden zwischen satzweisen Unterdrücken und modal wirksamen Ausschalten.

Syntax

G53
G153
SUPA
G500

Bedeutung

Satzweises Unterdrücken:

G53	Ausschalten aller programmierbaren und einstellbaren Frames
G153	Ausschalten aller programmierbaren, einstellbaren und Basisframes
SUPA	Ausschalten aller programmierbaren, einstellbaren Frames, DRF-Handradverschiebungen, externen Nullpunktverschiebungen und Preset-Verschiebung

Modales Ausschalten:

G500	Ausschalten aller einstellbaren Frames, wenn in G500 kein Wert steht
------	--

FRAMES Löschen:

TRANS, ROT, SCALE; MIRROR	Programmierung ohne Achsangabe → Löschen der programmierbaren Frames
------------------------------	--

12.10 DRF-(Handrad)Verschiebungen, überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF)

Funktion

Für DRF-Handradverschiebungen können mit `DRFOF` alle aktiven Achsen des Kanals ausgeschaltet werden. Soll z. B. eine bestimmte Achse mit einer überlagerten Bewegung oder einen Positionsoffset interpolieren, so kann mit der Anweisung `CORROF` für diese Achse entweder die DRF-Verschiebungen oder der Positionsoffset abgewählt werden. Diese Achse wird dann nicht verfahren.

Syntax

```
DRFOF
CORROF (Achse, String[Achse, String])
CORROF (Achse, String)
CORROF (Achse)
CORROF ()
```

Bedeutung

Modales Ausschalten:

<code>DRFOF</code>	Ausschalten (Abwahl) der DRF-Handradverschiebungen für alle aktiven Achsen des Kanals
<code>CORROF (Achse, DRF [ACHSE, AA_OFF])</code>	Ausschalten (Abwahl) der axialen DRF-Verschiebungen und des Positionsoffsets für einzelne Achsen aufgrund von <code>\$AA_OFF</code>
<code>CORROF (Achse)</code>	Alle aktiven überlagerten Bewegungen werden abgewählt
<code>Achse</code>	Achsbezeichner (für Kanal-, Geometrie- oder Maschinenachse)
<code>String == DRF</code>	DRF-Verschiebungen der Achse wird abgewählt
<code>String == AA_OFF</code>	Positionsoffset der Achse wird aufgrund von <code>\$AA_OFF</code> abgewählt

Folgende Erweiterungen sind möglich:

String == ETRANS Eine aktive Nullpunktverschiebung wird ausgewählt
 String == FTOCOF Wirkt wie FTOCOF (Online-Werkzeugkorrektur ausschalten)

Beispiel Axiale DRF Abwahl

Über DRF-Handradverfahren wird eine DRF-Verschiebung in der X-Achse erzeugt. Für alle anderen Achsen des Kanals sind keine DRF-Verschiebungen wirksam.

N10 CORROF(X, "DRF") wirkt wie DRFOF()

Über DRF-Handradverfahren wird eine DRF-Verschiebung in der X- und in der Y-Achse erzeugt. Für alle anderen Achsen des Kanals sind keine DRF-Verschiebungen wirksam.

Programmcode	Kommentar
N10 CORROF(X, "DRF")	; Nur die DRF-Verschiebung der X-Achse wird ausgewählt, die X-Achse wird nicht verfahren ; die DRF-Verschiebung der Y-Achse bleibt erhalten ; bei DRFOF() wären beide Verschiebungen ausgewählt worden

Beispiel Axiale DRF Abwahl und \$AA_OFF Abwahl

Über DRF-Handradverfahren wird eine DRF-Verschiebung in der X-Achse erzeugt. Für alle anderen Achsen des Kanals sind keine DRF-Verschiebungen wirksam.

Programmcode	Kommentar
N10 WHEN TRUE DO \$AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Für die X-Achse wird ein Positionsoffset == 10 interpoliert
N70 CORROF(X, "DRF", X, "AA_OFF")	; Nur die DRF-Verschiebung der X-Achse wird ausgewählt, die X-Achse wird nicht verfahren ; die DRF-Verschiebung der Y-Achse bleibt erhalten

Beispiel AA_OFF Abwahl

Ein Positionsoffset der X-Achse wird abgewählt mit: CORROF(X,"AA_OFF") bei \$AA_OFF[X] = 0 und zur aktuellen Position der X-Achse hinzugerechnet.

Folgendes Programmierbeispiel zeigt die betreffenden Programmierbefehle für die X-Achse die vorher mit einem Positionsoffset von 10 interpoliert wurde:

ProgrammcodeW	Kommentar
N10 WHEN TRUE DO \$AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Für die X-Achse wird ein Positionsoffset == 10 interpoliert
N80 CORROF(X, "AA_OFF")	; Positionsoffset der X-Achse löschen die X-Achse wird nicht verfahren

Beschreibung

CORROF

Vorlaufstopp wird ausgelöst und der Positionsanteil der abgewählten überlagerten Bewegung (DRF-Verschiebung bzw. Positionsoffset) in die Position im Basiskoordinatensystem übernommen. Da keine Achse verfahren wird, ändert sich der Wert von \$AA_IM[Achse] nicht. Aufgrund der abgewählten überlagerten Bewegung wird nur der Wert der Systemvariable \$AA_IW[Achse] verändert.

Nach der Abwahl des Positionsoffsets durch \$AA_OFF z. B. für eine Achse ist die Systemvariable \$AA_OFF_VAL dieser Achse Null.

Auch in der Betriebsart JOG kann mit Bit 2 = 1 des MD 36750: AA_OFF_MODE bei einer Änderung von \$AA_OFF eine Interpolation des Positionsoffsets als überlagerte Bewegung freigeschaltet werden.

Hinweis

CORROF ist nur vom Teileprogramm aus möglich, nicht über Synchronaktionen.

Ist bei der Abwahl des Positionsoffsets über den Teileprogrammbefehl CORROF(Achse,"AA_OFF") eine Synchronaktion aktiv, so wird der Alarm 21660 gemeldet. Gleichzeitig wird \$AA_OFF abgewählt und nicht wieder gesetzt. Wird die Synchronaktion später im Satz nach CORROF aktiv, so bleibt \$AA_OFF gesetzt und es wird ein Positionsoffset interpoliert.

Wurde für eine Achse ein CORROF programmiert und diese Achse in einem anderen Kanal aktiv, so wird mit Achstausch diese Achse mit MD 30552: AUTO_GET_TYPE = 0 in den anderen Kanal geholt. Dadurch wird die DRF-Verschiebung sowie ein eventuell vorhandener Positionsoffset abgewählt.

Hilfsfunktionsausgaben

Funktion

Mit der Hilfsfunktionsausgabe wird der PLC zeitgerecht mitgeteilt, wann das Teileprogramm bestimmte Schalthandlungen der Werkzeugmaschine durch die PLC vornehmen lassen will. Dies geschieht durch Übergabe der entsprechenden Hilfsfunktionen mit ihren Parametern an die PLC-Schnittstelle. Die Verarbeitung der übergebenen Werte und Signale muss durch das PLC-Anwendungsprogramm erfolgen.

Hilfsfunktionen

Folgende Hilfsfunktionen können an die PLC übertragen werden:

Hilfsfunktion	Adresse
Werkzeugwahl	T
Werkzeugkorrektur	D, DL
Vorschub	F / FA
Spindeldrehzahl	S
M-Funktionen	M
H-Funktionen	H

Für jede Funktionsgruppe oder Einzelfunktion wird mit Maschinendaten festgelegt, ob die Ausgabe **vor**, **mit** oder **nach** der Verfahrbewegung ausgelöst wird.

Die PLC kann zu verschiedenem Quittungsverhalten für Hilfsfunktionsausgaben veranlasst werden.

Eigenschaften

Wichtige Eigenschaften der Hilfsfunktionen sind in folgender Übersichtstabelle zusammengefasst:

Funktion	Adresserweiterung		Wert			Erläuterungen	Maximale Anzahl pro Satz
	Bedeutung	Bereich	Bereich	Typ	Bedeutung		
M	-	0 (implizit)	0 ... 99	INT	Funktion	Für den Wertebereich zwischen 0 und 99 ist die Adresserweiterung 0. Zwingend ohne Adresserweiterung: M0, M1, M2, M17, M30	5
	Spindel-Nr.	1 - 12	1 ... 99	INT	Funktion	M3, M4, M5, M19, M70 mit Adresserweiterung Spindel-Nr. (z. B. M2=5 ; Spindel-Halt für Spindel 2) . Ohne Spindel-Nr. gilt die Funktion für die Masterspindel.	
	Beliebig	0 - 99	100 ... 2147483647	INT	Funktion	Anwender-M-Funktion*	
S	Spindel-Nr.	1 - 12	0 ... ± 1,8*10 ³⁰⁸	REAL	Drehzahl	Ohne Spindel-Nr. gilt die Funktion für die Masterspindel.	3
H	Beliebig	0 - 99	0 ... ± 2147483647 ± 1,8*10 ³⁰⁸	INT REAL	Beliebig	Funktionen haben im NCK keine Wirkungen, ausschließlich durch PLC zu realisieren.*	3
T	Spindel-Nr (bei aktiver WZV)	1 - 12	0 - 32000 (auch Werkzeugnamen bei aktiver WZV)	INT	Werkzeugwahl	Werkzeugnamen gehen nicht an die PLC-Schnittstelle.	1
D	-	-	0 - 12	INT	Werkzeugkorrekturwahl	D0: Abwahl Vorbesetzung: D1	1
DL	Ortsabhängige Korrektur	1 - 6	0 ... ± 1,8*10 ³⁰⁸	REAL	Werkzeugfeinkorrekturwahl	Bezieht sich auf zuvor gewählte D-Nummer.	1
F	-	-	0.001 - 999 999,999	REAL	Bahnvorschub		6
FA	Achs-Nr.	1 - 31	0.001 - 999 999,999	REAL	Achsvorschub		

* Die Bedeutung der Funktionen wird vom Maschinenhersteller festgelegt (siehe Angaben des Maschinenherstellers!).

Weitere Informationen

Anzahl an Funktionsausgaben pro NC-Satz

In einem NC-Satz können maximal 10 Funktionsausgaben programmiert werden. Hilfsfunktionen können auch aus dem Aktionsteil von **Synchronaktionen** ausgegeben werden.

Literatur:

Funktionshandbuch Synchronaktionen

Gruppierung

Die genannten Funktionen können zu Gruppen zusammengefasst werden. Für einige M-Befehle ist die Gruppeneinteilung bereits vorgegeben. Mit der Gruppierung kann das Quittungsverhalten festgelegt werden.

Schnelle Funktionsausgaben (QU)

Funktionen, die nicht als schnelle Ausgaben projektiert wurden, können für einzelne Ausgaben mit dem Schlüsselwort QU als schnelle Ausgabe definiert werden. Der Programmablauf wird fortgesetzt, ohne auf die Quittung für die Ausführung der Zusatzfunktion zu warten (Transportquittung wird abgewartet). Hierdurch lassen sich unnötige Haltepunkte und Unterbrechungen der Fahrbewegungen vermeiden.

Hinweis

Für die Funktion "Schnelle Funktionsausgaben" müssen entsprechende Maschinendaten gesetzt sein (→ **Maschinenhersteller!**).

Funktionsausgaben bei Fahrbewegungen

Die Übertragung von Informationen sowie das Warten auf entsprechende Reaktionen kosten Zeit und beeinflussen daher auch die Fahrbewegungen.

Schnelle Quittung ohne Satzwechselferzögerung

Das Satzwechselfverhalten kann durch Maschinendatum beeinflusst werden. Mit der Einstellung "ohne Satzwechselferzögerung" ergibt sich für schnelle Hilfsfunktionen folgendes Verhalten:

Hilfsfunktionsausgabe	Verhalten
vor Bewegung	Der Satzübergang zwischen Sätzen mit schnellen Hilfsfunktionen erfolgt ohne Unterbrechung und ohne Geschwindigkeitsreduzierung. Die Ausgabe der Hilfsfunktionen erfolgt im ersten Interpolationstakt des Satzes. Der Folgesatz wird ohne Quittungsverzögerung abgefahren.
während Bewegung	Der Satzübergang zwischen Sätzen mit schnellen Hilfsfunktionen erfolgt ohne Unterbrechung und ohne Geschwindigkeitsreduzierung. Die Ausgabe der Hilfsfunktionen erfolgt während des Satzes. Der Folgesatz wird ohne Quittungsverzögerung abgefahren.
nach Bewegung	Die Bewegung kommt am Ende des Satzes zum Stillstand. Die Ausgabe der Hilfsfunktionen erfolgt am Satzende. Der Folgesatz wird ohne Quittungsverzögerung abgefahren.

 **VORSICHT**

Funktionsausgaben im Bahnsteuerbetrieb

Funktionsausgaben **vor** den Verfahrbewegungen unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb (G64 / G641) und erzeugen für den vorherigen Satz einen Genauhalt.

Funktionsausgaben **nach** den Verfahrbewegungen unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb (G64 / G641) und erzeugen für den aktuellen Satz einen Genauhalt.

Wichtig: Das Warten auf ein ausstehendes Quittungssignal von der PLC kann ebenfalls zur Unterbrechung des Bahnsteuerbetriebs führen, z. B. bei M-Befehlsfolgen in Sätzen mit extrem kurzen Bahnweglängen.

13.1 M-Funktionen

Funktion

Mit den M-Funktionen können z. B. Schalthandlungen wie "Kühlmittel EIN/AUS" und sonstige Funktionalitäten an der Maschine ausgelöst werden.

Syntax

```
M<Wert>
M[<Adresserweiterung>]=<Wert>
```

Bedeutung

M	Adresse zur Programmierung der M-Funktionen
<Adresserweiterung>	Für einige M-Funktionen gilt die erweiterte Adressschreibweise (z. B. Angabe der Spindelnummer bei Spindelfunktionen).
<Wert>	Durch die Wertzuweisung (M-Funktionsnummer) erfolgt die Zuordnung zu einer bestimmten Maschinenfunktion. Typ: INT Wertebereich: 0 ... 2147483647 (max. INT-Wert)

Vordefinierte M-Funktionen

Einige für den Programmablauf wichtige M-Funktionen sind im Standardumfang der Steuerung bereits vorbelegt:

M-Funktion	Bedeutung
M0 *	Programmierter Halt
M1 *	Wahlweiser Halt
M2 *	Programmende Hauptprogramm mit Rücksetzen auf Programmanfang
M30 *	Programmende (wie M2)
M17 *	Programmende Unterprogramm
M3	Spindel Rechtslauf
M4	Spindel Linkslauf
M5	Spindel Halt
M6	Werkzeugwechsel (Standardeinstellung)
M70	Spindel wird in den Achsbetrieb geschaltet

M-Funktion	Bedeutung
M40	Automatische Getriebeschaltung
M41	Getriebestufe 1
M42	Getriebestufe 2
M43	Getriebestufe 3
M44	Getriebestufe 4
M45	Getriebestufe 5

ACHTUNG

Für die mit * gekennzeichneten Funktionen ist die erweiterte Adressschreibweise nicht zulässig.

Die Befehle M0, M1, M2, M17 und M30 werden immer **nach** der Verfahrbewegung ausgelöst.

Vom Maschinenhersteller definierte M-Funktionen

Alle freien M-Funktionsnummern können vom Maschinenhersteller belegt werden, z. B. mit Schaltfunktionen zur Steuerung von Spannvorrichtungen oder zum Ein- / Ausschalten weiterer Maschinenfunktionen.

ACHTUNG

Die den freien M-Funktionsnummern zugeordneten Funktionalitäten sind Maschinenspezifisch. Eine bestimmte M-Funktion kann daher an unterschiedlichen Maschinen eine unterschiedliche Funktionalität besitzen.

Die an einer Maschine zur Verfügung stehenden M-Funktionen und deren Funktionalitäten sind den Angaben des Maschinenherstellers zu entnehmen.

Beispiele

Beispiel 1: Maximale Anzahl an M-Funktionen im Satz

Programmcode	Kommentar
N10 S...	
N20 X... M3	; M-Funktion im Satz mit Achsbewegung, Spindel läuft vor der X-Achsbewegung hoch
N180 M789 M1767 M100 M102 M376	; Maximal 5 M-Funktionen im Satz

Beispiel 2: M-Funktion als schnelle Ausgabe

Programmcode	Kommentar
N10 H=QU(735)	; Schnelle Ausgabe für H735
N10 G1 F300 X10 Y20 G64	;
N20 X8 Y90 M=QU(7)	; Schnelle Ausgabe für M7

M7 wurde als schnelle Ausgabe programmiert, so dass der Bahnsteuerbetrieb (G64) nicht unterbrochen wird.

Hinweis

Setzen Sie diese Funktion nur in Einzelfällen ein, da z. B. im Zusammenwirken mit anderen Funktionsausgaben die zeitliche Abstimmung verändert wird.

Weitere Informationen zu den vordefinierten M-Befehlen

Programmierter Halt: M0

Im NC-Satz mit M0 wird die Bearbeitung angehalten. Jetzt können Sie z. B. Späne entfernen, nachmessen usw.

Programmierter Halt 1 - Wahlweiser Halt: M1

M1 ist einstellbar über:

- HMI/Dialog "Programmbeeinflussung"
oder
- NC/PLC-Schnittstelle

Die Programmbearbeitung der NC wird jeweils bei den programmierten Sätzen angehalten.

Programmierter Halt 2 - Eine zu M1 assoziierte Hilfsfunktion mit Halt im Programmablauf

Der programmierte Halt 2 ist über HMI/Dialog "Programmbeeinflussung" einstellbar und erlaubt jederzeit eine Unterbrechung von technologischen Abläufen am Ende des zu bearbeitenden Teils. Damit kann der Bediener in die laufende Produktion eingreifen um z. B. Fließspäne zu beseitigen.

Programmende: M2, M17, M30

Ein Programm wird mit M2, M17 oder M30 beendet und auf den Programmanfang zurückgesetzt. Wird das Hauptprogramm aus einem anderen Programm (als Unterprogramm) aufgerufen, wirkt M2 / M30 wie M17 und umgekehrt, d. h. M17 wirkt im Hauptprogramm wie M2 / M30.

Spindelfunktionen: M3, M4, M5, M19, M70

Für alle Spindelfunktionen gilt die erweiterte Adressschreibweise mit Angabe der Spindelnummer.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
M2=3	; Spindeldrehung rechts für die zweite Spindel

Ist keine Adresserweiterung programmiert, gilt die Funktion für die Masterspindel.

Ergänzende Befehle

14.1 Meldungen (MSG)

Funktion

Meldungen können programmiert werden, um dem Bediener während des Programmlaufs Hinweise auf die momentane Bearbeitungssituation zu geben.

Syntax

```
MSG("<Meldungstext>")
MSG()
```

Bedeutung

MSG

<Meldungstext>

Schlüsselwort zur Programmierung eines Meldungstexts.

Zeichenkette, die als Meldung angezeigt werden soll.

Typ: STRING

Ein Meldungstext kann maximal 124 Zeichen lang sein und wird in zwei Zeilen (2*62 Zeichen) angezeigt.

Innerhalb eines Meldungstexts können auch Inhalte von Variablen angezeigt werden.

Durch Programmierung von MSG () ohne Meldungstext kann eine Meldung wieder gelöscht werden.

Beispiele

Beispiel 1: Meldungen aktivieren / löschen

Programmcode	Kommentar
N10 MSG ("Schruppen der Kontur")	; Meldung aktivieren
N20 X... Y...	
N ...	
N90 MSG ()	; Meldung aus N10 löschen

Beispiel 2: Meldungstext enthält Variable

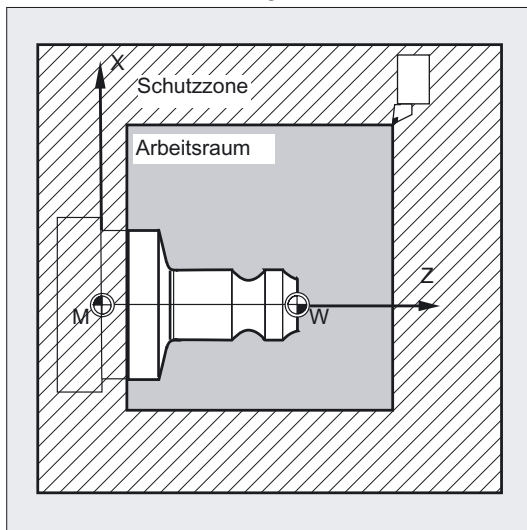
Programmcode	Kommentar
N10 R12=\$AA_IW[X]	; Aktuelle Position der X-Achse in R12
N20 MSG("Position der X-Achse"<<R12<<"prüfen")	; Meldung aktivieren
N...	
N90 MSG ()	; Meldung aus N20 löschen

14.2 Arbeitsfeldbegrenzung

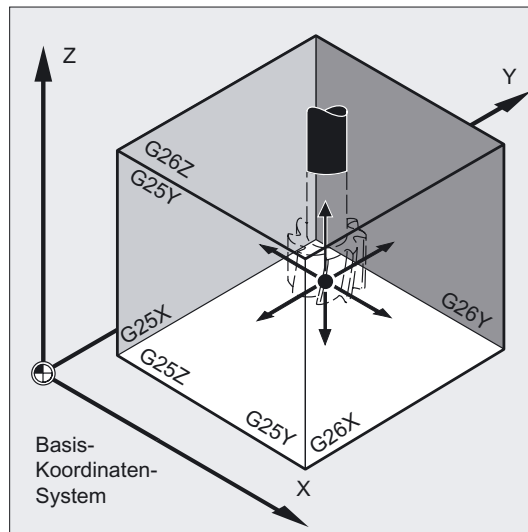
14.2.1 Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF)

Funktion

Mit G25/G26 lässt sich der Arbeitsbereich (Arbeitsfeld, Arbeitsraum), in dem das Werkzeug verfahren soll, in allen Kanalachsen begrenzen. Die Bereiche außerhalb der mit G25/G26 definierten Arbeitsfeldgrenzen sind für Werkzeugbewegungen gesperrt.



Die Koordinatenangaben für die einzelnen Achsen gelten im Basiskoordinatensystem:



Die Arbeitsfeldbegrenzung für alle gültig gesetzten Achsen muss mit dem Befehl `WALIMON` programmiert sein. Mit `WALIMOF` ist die Arbeitsfeldbegrenzung unwirksam. `WALIMON` ist Standardeinstellung und muss nur programmiert werden, wenn zuvor die Arbeitsfeldbegrenzung ausgeschaltet wurde.

Programmierung

`G25 X...Y...Z...` Programmierung im eigenen NC-Satz

`G26 X...Y...Z...` Programmierung im eigenen NC-Satz

`WALIMON`

`WALIMOF`

Bedeutung

<code>G25, X Y Z</code>	Untere Arbeitsfeldbegrenzung, Wertzuweisung in Kanalachsen im Basiskoordinatensystem
<code>G26, X Y Z</code>	Obere Arbeitsfeldbegrenzung, Wertzuweisung in Kanalachsen im Basiskoordinatensystem
<code>WALIMON</code>	Arbeitsfeldbegrenzung für alle Achsen einschalten
<code>WALIMOF</code>	Arbeitsfeldbegrenzung für alle Achsen ausschalten

Neben der programmierbaren Eingabe der Werte über G25/G26 ist auch eine Eingabe über achsspezifische Settingdaten möglich:

SD43420 \$SA_WORKAREA_LIMIT_PLUS (Arbeitsfeldbegrenzung plus)

SD43430 \$SA_WORKAREA_LIMIT_MINUS (Arbeitsfeldbegrenzung minus)

Aktivierung und Deaktivierung der über SD43420 und SD43430 parametrisierten Arbeitsfeldbegrenzung erfolgen richtungsspezifisch über die sofort wirksamen achsspezifischen Settingdaten:

SD43400 \$SA_WORKAREA_PLUS_ENABLE (Arbeitsfeldbegrenzung in positiver Richtung aktiv)

SD43410 \$SA_WORKAREA_MINUS_ENABLE (Arbeitsfeldbegrenzung in negativer Richtung aktiv)

Durch die richtungsspezifische Aktivierung/Deaktivierung ist es möglich, den Arbeitsbereich für eine Achse nur in einer Richtung zu begrenzen.

Hinweis

Die mit G25/G26 programmierte Arbeitsfeldbegrenzung hat Vorrang und überschreibt die in SD43420 und SD43430 eingetragenen Werte.

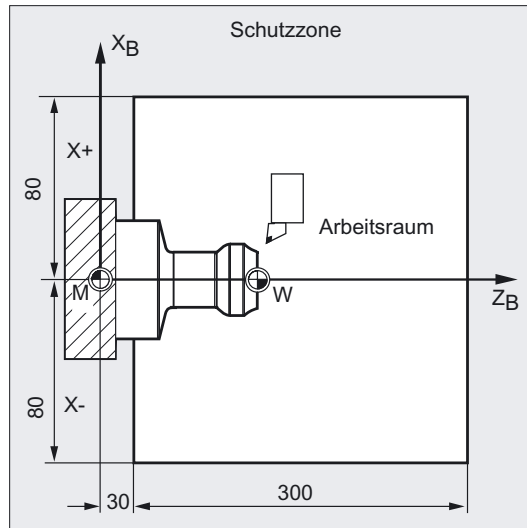
Hinweis

Mit G25/G26 können unter der Adresse S auch Grenzwerte für Spindeldrehzahlen programmiert werden. Mehr Informationen hierzu in "Vorschubregelung und Spindelbewegung".

Beispiel Drehen

Durch die Arbeitsfeldbegrenzung mit G25/26 wird der Arbeitsraum einer Drehmaschine so begrenzt, dass die umliegenden Einrichtungen wie Revolver, Messstation usw. vor Beschädigung geschützt sind.

Grundeinstellung: WALIMON



Programmcode	Kommentar
N10 G0 G90 F0.5 T1	;
N20 G25 X-80 Z30	; Festlegung der unteren Begrenzung für die einzelnen Koordinatenachsen
N30 G26 X80 Z330	; Festlegung der oberen Begrenzung
N40 L22	; Abspannprogramm
N50 G0 G90 Z102 T2	; zum Werkzeugwechsellpunkt
N60 X0	
N70 WALIMOF	; Arbeitsfeldbegrenzung ausschalten
N80 G1 Z-2 F0.5	; Bohren
N90 G0 Z200	; zurück
N100 WALIMON	; Arbeitsfeldbegrenzung einschalten
N110 X70 M30	; Programmende

Beschreibung

Bezugspunkt am Werkzeug

Bei aktiver Werkzeuglängenkorrektur wird als Bezugspunkt die Werkzeugspitze überwacht, ansonsten der Werkzeugträgerbezugspunkt.

Die Berücksichtigung des Werkzeugradius muss separat aktiviert werden. Dies erfolgt über das kanalspezifische Maschinendatum:

MD21020 \$MC_WORKAREA_WITH_TOOL_RADIUS

Falls der Werkzeug-Bezugspunkt außerhalb des durch die Arbeitsfeldbegrenzung definierten Arbeitsraums steht oder diesen Bereich verlässt, wird der Programmablauf gestoppt.

Hinweis

Wenn Transformationen aktiv sind, kann die Berücksichtigung der Werkzeugdaten (Werkzeuglänge und Werkzeugradius) vom beschriebenen Verhalten abweichen.

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsüberwachungen, Schutzbereiche (A3), Kapitel: "Überwachung der Arbeitsfeldbegrenzung"

Programmierbare Arbeitsfeldbegrenzung, G25/G26

Für jede Achse lassen sich eine obere (G26) und eine untere (G25) Arbeitsfeldbegrenzung festlegen. Diese Werte gelten sofort und bleiben bei entsprechender MD-Einstellung (→ MD10710 \$MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB) nach RESET und Wiedereinschalten erhalten.

Hinweis

Im Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung finden Sie das Unterprogramm CALCPOSI beschrieben. Mit diesem Unterprogramm lässt sich vor Verfahrbewegungen prüfen, ob der vorgesehene Weg unter Berücksichtigung von Arbeitsfeldbegrenzungen und/oder Schutzbereichen abgefahren wird.

14.2.2 Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10)

Funktion

Neben der Arbeitsfeldbegrenzung mit `WALIMON` (siehe "Arbeitsfeldbegrenzung im BKS") gibt es eine weitere Arbeitsfeldbegrenzung, die mit den G-Befehlen `WALCS1` - `WALCS10` aktiviert wird. Im Unterschied zur Arbeitsfeldbegrenzung mit `WALIMON` ist das Arbeitsfeld hier nicht im Basis-Koordinatensystem, sondern **Koordinatensystem-spezifisch** im Werkstück-Koordinatensystem (WKS) oder im Einstellbaren Nullpunktsystem (ENS) begrenzt.

Über die G-Befehle `WALCS1` - `WALCS10` wird ein Datensatz (Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe) unter den bis zu 10 kanalspezifischen Datensätzen für die Koordinatensystem-spezifischen Arbeitsfeldbegrenzungen ausgewählt. Ein Datensatz enthält die Begrenzungswerte für alle Achsen im Kanal. Die Begrenzungen werden durch kanalspezifische Systemvariablen definiert.

Anwendung

Die Arbeitsfeldbegrenzung mit `WALCS1` - `WALCS10` ("Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS") dient hauptsächlich zur Arbeitsfeldbegrenzung bei konventionellen Drehmaschinen. Sie ermöglicht dem Programmierer, die beim Verfahren der Achsen "von Hand" festgelegten "Anschläge" für die Definition einer auf das Werkstück bezogenen Arbeitsfeldbegrenzung zu nutzen.

Syntax

Die "Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS" wird durch die Auswahl einer Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe aktiviert. Die Auswahl erfolgt mit den G-Befehlen:

`WALCS1` Aktivierung der Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe Nr. 1

...

`WALCS10` Aktivierung der Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe Nr. 10

Die Deaktivierung der "Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS" erfolgt durch Aufruf des G-Befehls:

`WALCS0` Deaktivierung der aktiven Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe

Bedeutung

Das Setzen der Arbeitsfeldgrenzen der einzelnen Achsen sowie die Auswahl des Bezugsrahmens (WKS oder ENS), in dem die mit `WALCS1` - `WALCS10` aktivierte Arbeitsfeldbegrenzung wirken soll, erfolgen durch das Beschreiben kanalspezifischer Systemvariablen:

Systemvariable	Bedeutung	
Setzen der Arbeitsfeldgrenzen		
<code>\$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE [WALimNo, ax]</code>	Gültigkeit der Arbeitsfeldbegrenzung in positiver Achsrichtung.	
<code>\$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS [WALimNo, ax]</code>	Arbeitsfeldbegrenzung in positiver Achsrichtung. Nur wirksam, wenn: <code>\$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE = TRUE</code>	
<code>\$AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE [WALimNo, ax]</code>	Gültigkeit der Arbeitsfeldbegrenzung in negativer Achsrichtung.	
<code>\$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS [WALimNo, ax]</code>	Arbeitsfeldbegrenzung in negativer Achsrichtung. Nur wirksam, wenn: <code>\$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE = TRUE</code>	
Auswahl des Bezugsrahmens		
<code>\$AC_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM [WALimNo]</code>	Koordinatensystem, auf das sich die Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe bezieht:	
	Wert	Bedeutung
	1	Werkstück-Koordinatensystem (WKS)
	3	Einstellbares Nullpunktsystem (ENS)

<WALimNo>: Nummer der Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe.
 <ax>: Kanal-Achsname der Achse, für die der Wert gilt.

Beispiel

Im Kanal sind 3 Achsen definiert: X, Y und Z

Es soll eine Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe Nr. 2 definiert und anschließend aktiviert werden, in der die Achsen im WKS nach folgenden Vorgaben begrenzt werden:

- X-Achse in Plus-Richtung: 10 mm
- X-Achse in Minus-Richtung: keine Begrenzung
- Y-Achse in Plus-Richtung: 34 mm
- Y-Achse in Minus-Richtung: -25 mm
- Z-Achse in Plus-Richtung: keine Begrenzung
- Z-Achse in Minus-Richtung: -600 mm

Programmcode	Kommentar
...	;
N51 \$AC_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[2] = 1	; Die Arbeitsfeldbegrenzung der Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 2 gilt im WKS.
N60 \$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,X] = TRUE	;
N61 \$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,X] = 10	;
N62 \$AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,X] = FALSE	;
N70 \$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Y] = TRUE	;
N73 \$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Y] = 34	;
N72 \$AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Y] = TRUE	;
N73 \$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[2,Y] = -25	;
N80 \$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Z] = FALSE	;
N82 \$AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Z] = TRUE	;
N83 \$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Z] = -600	;
...	
N90 WALCS2	; Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe Nr. 2 aktivieren.
...	

Beschreibung

Wirksamkeit

Die Arbeitsfeldbegrenzung mit WALCS1 - WALCS10 wirkt unabhängig von der Arbeitsfeldbegrenzung mit WALIMON. Wenn beide Funktionen aktiv sind, wirkt diejenige Begrenzung, auf die die Achsbewegung als erstes trifft.

Bezugspunkt am Werkzeug

Die Berücksichtigung der Werkzeugdaten (Werkzeuglänge und Werkzeugradius) und damit der Bezugspunkt am Werkzeug bei der Überwachung der Arbeitsfeldbegrenzung entspricht dem Verhalten bei der Arbeitsfeldbegrenzung mit WALIMON.

14.3 Referenzpunktfahren (G74)

Funktion

Nach dem Einschalten der Maschine müssen (bei Verwendung von inkrementalen Wegmesssystemen) alle Achsschlitten auf ihre Referenzmarke gefahren werden. Erst dann können Fahrbewegungen programmiert werden.

Mit G74 kann das Referenzpunktfahren im NC-Programm durchgeführt werden.

Syntax

G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 A1=0 ... Programmierung im eigenen NC-Satz

Bedeutung

G74	Referenzpunktfahren
X1=0 Y1=0	Die angegebene Maschinenachsadresse
Y1=0...X1 Y1 Y1	X1, Y1, Z1... für Linearachsen wird in den Referenzpunkt gefahren
A1=0 B1=0 C1=0...	A1, B1, C1... für Rundachsen wird in den Referenzpunkt gefahren

Hinweis

Vor der Referenzpunktfahrt darf keine Transformation für eine Achse programmiert sein, die mit G74 auf die Referenzmarke gefahren werden soll.

Die Transformation wird mit dem Befehl TRAFOOF ausgeschaltet.

Beispiel

Beim Wechsel des Meßsystems wird der Referenzpunkt angefahren und der Werkstücknullpunkt eingerichtet.

Programmcode	Kommentar
N10 SPOS=0	; Spindel in Lageregelung
N20 G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 C1=0	; Referenzpunktfahrt für Linearachsen und Rundachsen
N30 G54	; Nullpunktverschiebung
N40 L47	; Abspanprogramm
N50 M30	; Programmende

14.4 Festpunkt anfahren (G75)

Funktion

Mit G75 können Sie Festpunkte (z. B. Werkzeugwechsellpunkte, Beladepunkte, Palettenwechsellpunkte etc.) anfahren.

Die Festpunkte sind Positionen im Maschinenkoordinatensystem, die in Maschinendaten abgelegt sind. Pro Achse können maximal 4 Festpunkte definiert sein.

Die Festpunkte können aus jedem NC-Programm unabhängig von aktuellen Werkzeug- oder Werkstückpositionen angefahren werden.

Syntax

```
G75 FP=<n> X1=0 Y1=0 Z1=0 U1=0 ...
```

Bedeutung

G75	Festpunkt anfahren Das Anfahren von Festpunkten wird beschrieben durch den Festpunkt und die Achsen, die zum Festpunkt verfahren werden sollen. Wirksamkeit: satzweise
FP=<n>	Festpunkt, der angefahren werden soll. Angabe wird die Festpunktnummer: <n> Wertebereich von <n>: 1, 2, 3, 4 Falls keine Festpunktnummer angegeben ist, wird automatisch Festpunkt 1 angefahren.
X1=0 Y1=0 Z1=0	Maschinenachsen, die zum Festpunkt verfahren werden sollen. Hier geben Sie die Achsen mit Wert "0" an, mit denen der Festpunkt gleichzeitig angefahren werden soll. Jede Achse fährt mit der maximalen axialen Geschwindigkeit.

Randbedingungen

- Für das Anfahren von Festpunkten mit G75 müssen folgende **Voraussetzungen** erfüllt sein:
 - Die zu verfahrenen Achsen müssen referenziert sein.
 - Es darf keine kinematische Transformation aktiv sein.
 - Die zu verfahrenende Achse darf keine Folgeachse einer aktiven Kopplung sein.
- **Korrekturwerte aktiv**

Aktive Korrekturwerte (DRF, externe Nullpunktverschiebung, Synchronaktionsoffset \$AA_OFF, Online-Werkzeugkorrektur) werden mit herausgefahren. Der Festpunkt entspricht dem Istwert im MKS.

Änderungen der DRF und externen Nullpunktverschiebung, während der G75-Satz im Vorlauf und Hauptlauf ist, werden nicht mit herausgefahren. Der Anwender sollte dies durch STOPRE vor dem G75-Satz verhindern.
- **Frames aktiv**

Alle aktiven Frames werden ignoriert. Es wird im Maschinenkoordinatensystem verfahren.
- **Spindelfunktionen im G75-Satz**

Wenn die Spindel vom Festpunktfahren ausgenommen ist, dann können im G75-Satz zusätzlich Spindelfunktionen programmiert werden (z. B. Positionierung mit SPOS / SPOSA).

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 G75 FP=2 X1=0 Y1=0 Z1=0	; Festpunkt 2 in X, Y und Z anfahren, z. B. für Werkzeugwechsel
N20 G75 X1=0	; Festpunkt 1 in X anfahren
N30 M30	; Programmende

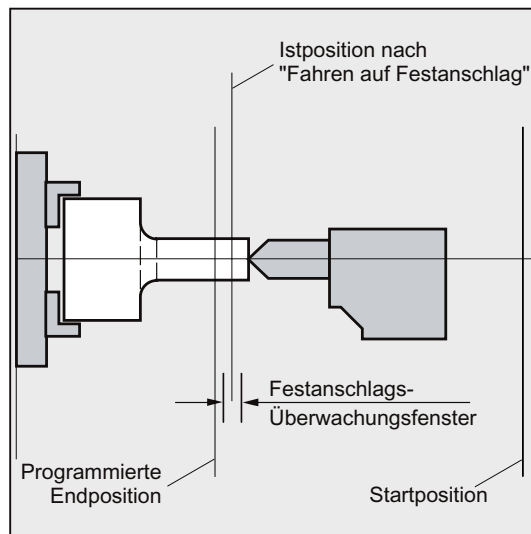
Literatur

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Kapitel "Handfahren und Handradfahren (H1)"

14.5 Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW)

Funktion

Mit Hilfe der Funktion "Fahren auf Festanschlag" ist es möglich, definierte Kräfte für das Klemmen von Werkstücken aufzubauen, wie sie z. B. bei Reitstöcken, Pinolen und Greifern notwendig sind. Außerdem können mit der Funktion mechanische Referenzpunkte angefahren werden.



Bei hinreichend reduziertem Moment sind auch einfache Messvorgänge möglich, ohne dass ein Taster angeschlossen werden muss. Die Funktion "Fahren auf Festanschlag" kann für Achsen und als Achsen fahrbare Spindeln eingesetzt werden.

Syntax

```
FXS [<Achse>] =...  
FXST [<Achse>] =...  
FXSW [<Achse>] =...  
FXS [<Achse>] =... FXST [<Achse>] =...  
FXS [<Achse>] =... FXST [<Achse>] =... FXSW [<Achse>] =...
```

Bedeutung

FXS	Befehl zum Ein- und Ausschalten der Funktion "Fahren auf Festanschlag" FXS[<Achse>]=1 Funktion einschalten FXS=[<Achse>]=0 Funktion ausschalten
FXST	Optionaler Befehl zum Einstellen des Klemmmoments Angabe in % vom maximalen Moment des Antriebs.
FXSW	Optionaler Befehl zum Einstellen der Fensterbreite für die Festanschlag-Überwachung Angabe in mm, inch oder Grad.
<Achse>	Maschinenachsen Programmiert werden Maschinenachsen (X1, Y1, Z1 usw.)

Hinweis

Die Befehle FXS, FXST und FXSW sind modal wirksam.

Die Programmierung von FXST und FXSW ist optional: Erfolgt keine Angabe, gilt jeweils der zuletzt programmierte Wert bzw. der im entsprechenden Maschinendatum eingestellte Wert.

Fahren auf Festanschlag aktivieren: FXS[<Achse>] = 1

Die Bewegung zum Zielpunkt kann als Bahn- oder Positionierachsbewegung beschrieben werden. Bei Positionierachsen ist die Funktion auch über Satzgrenzen hinaus möglich.

Fahren auf Festanschlag kann auch für mehrere Achsen gleichzeitig und parallel zur Bewegung anderer Achsen stattfinden. Der Festanschlag muss zwischen Start- und Zielposition liegen.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
X250 Y100 F100 FXS[X1]=1 FXST[X1]=12.3 FXSW[X1]=2	; Achse X1 wird mit Vorschub F100 (Angabe optional) auf Zielposition X=250 mm gefahren. Das Klemmmoment beträgt 12.3% vom maximalen Antriebsmoment, die Überwachung erfolgt in einem Fenster der Breite 2 mm.
...	

VORSICHT

Sobald die Funktion "Fahren auf Festanschlag" für eine Achse / Spindel aktiviert wurde, darf für diese Achse keine neue Position programmiert werden.

Spindeln müssen vor Anwahl der Funktion in den lagegeregelten Betrieb geschaltet werden.

Fahren auf Festanschlag deaktivieren: FXS[<Achse>] = 0

Die Abwahl der Funktion löst einen Vorlaufstopp aus.

Im Satz mit FXS [<Achse>]=0 dürfen und sollen Verfahrbewegungen stehen.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
X200 Y400 G01 G94 F2000 FXS[X1]=0	; Achse X1 wird von Festanschlag auf Position X=200mm zurückgezogen. Alle weiteren Angaben sind optional.
...	

VORSICHT

Die Verfahrbewegung auf Rückzugsposition muss vom Festanschlag wegführen, sonst sind Anschlag- oder Maschinenbeschädigung möglich.

Der Satzwechsel erfolgt nach Erreichen der Rückzugsposition. Wird keine Rückzugsposition angegeben, findet der Satzwechsel sofort nach dem Abschalten der Momentenbegrenzung statt.

Klemmmoment (FXST) und Überwachungsfenster (FXSW)

Eine programmierte Momentenbegrenzung `FXST` wirkt ab Satzbeginn, d. h. auch das Anfahren des Anschlags erfolgt mit reduziertem Moment. `FXST` und `FXSW` können zu einem beliebigen Zeitpunkt im Teileprogramm programmiert bzw. geändert werden. Die Änderungen werden vor Verfahrbewegungen, die im gleichen Satz stehen, wirksam.

Wird ein neues Festanschlags-Überwachungsfenster programmiert, so ändert sich nicht nur die Fensterbreite, sondern auch der Bezugspunkt für die Fenstermitte, wenn sich die Achse vorher bewegt hat. Die Istposition der Maschinenachse bei Änderung des Fensters ist die neue Fenstermitte.

VORSICHT
Das Fenster muss so gewählt werden, dass nur ein Wegbrechen des Anschlags zum Ansprechen der Festanschlagsüberwachung führt.

Weitere Informationen

Anstiegsrampe

Über Maschinendatum kann eine Anstiegsrampe für die neue Momentgrenze definiert werden, um ein sprunghaftes Einstellen der Momentgrenze zu vermeiden (z. B. beim Eindrücken einer Pinole).

Alarmunterdrückung

Bei Anwendungen kann der Anschlagsalarm vom Teileprogramm her unterdrückt werden, indem in einem Maschinendatum der Alarm maskiert und die neue MD-Einstellung mit `NEW_CONF` wirksam gesetzt wird.

Aktivierung

Die Befehle zum Fahren auf Festanschlag können aus Synchronaktionen / Technologiezyklen heraus aufgerufen werden. Die Aktivierung kann auch ohne Bewegung erfolgen, das Moment wird sofort begrenzt. Sobald die Achse sollwertseitig bewegt wird, wird auf Anschlag überwacht.

Aktivieren aus Synchronaktionen

Beispiel:

Wenn das erwartete Ereignis (\$R1) eintrifft und Fahren auf Festanschlag nicht schon läuft, soll FXS für Achse Y aktiviert werden. Das Moment soll 10% des Nennmomentes betragen. Für die Breite des Überwachungsfensters gilt der Vorbesetzungswert.

Programmcode

```
N10 IDS=1 WHENEVER (($R1=1) AND ($AA_FXS[Y]==0)) DO $R1=0 FXS[Y]=1 FXST[Y]=10
```

Das normale Teileprogramm muss dafür sorgen, dass \$R1 zum gewünschten Zeitpunkt gesetzt wird.

Deaktivieren aus Synchronaktionen

Beispiel:

Wenn ein erwartetes Ereignis vorliegt (\$R3) und der Zustand "Anschlag angefahren" (Systemvariable \$AA_FXS) besteht, soll FXS abgewählt werden.

Programmcode

```
IDS=4 WHENEVER (($R3==1) AND ($AA_FXS[Y]==1)) DO FXS[Y]=0 FA[Y]=1000 POS[Y]=0
```

Festanschlag wurde erreicht

Nachdem der Festanschlag erreicht ist:

- wird der Restweg gelöscht und der Lagesollwert nachgeführt.
- steigt das Antriebsmoment bis zum programmierten Grenzwert FXSW an und bleibt dann konstant.
- wird die Überwachung des Festanschlags innerhalb der gegebenen Fensterbreite aktiv.

Randbedingungen

- Messen mit Restweglöschen

"Messen mit Restweglöschen" (Befehl `MEAS`) und "Fahren auf Festanschlag" können nicht gleichzeitig in einem Satz programmiert werden.

Ausnahme:

Eine Funktion wirkt auf eine Bahnachse und die andere auf eine Positionierachse, oder beide wirken auf Positionierachsen.

- Konturüberwachung

Während "Fahren auf Festanschlag" aktiv ist, erfolgt keine Konturüberwachung.

- Positionierachsen

Bei "Fahren auf Festanschlag" mit Positionierachsen wird der Satzwechsel unabhängig von der Festanschlagsbewegung durchgeführt.

- Link- und Containerachsen

Fahren auf Festanschlag ist auch zulässig für Link- und Containerachsen.

Der Zustand der zugeordneten Maschinenachse bleibt über Container-Drehung hinweg erhalten. Dies gilt auch für modale Momentenbegrenzung mit `FOCON`.

Literatur:

- Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln an mehreren NCUs, Dezentrale Systeme (B3)
- Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Thema: "Fahren auf Festanschlag (FXS und `FOCON/FOCOF`)"

- Fahren auf Festanschlag ist nicht möglich:

- bei Gantry-Achsen

- für konkurrierende Positionierachsen, die ausschließlich von der PLC gesteuert werden (die Anwahl von `FXS` muss aus dem NC-Programm erfolgen).

- Wird die Momentengrenze zu weit abgesenkt, kann die Achse der Sollwertvorgabe nicht mehr folgen, der Lageregler geht in die Begrenzung und die Konturabweichung steigt an. In diesem Betriebszustand kann es bei Erhöhung der Momentengrenze zu ruckartigen Bewegungen kommen. Um sicherzustellen, dass die Achse noch folgen kann, ist zu kontrollieren, dass die Konturabweichung nicht größer ist als bei unbegrenztem Moment.

14.6 Beschleunigungsverhalten

14.6.1 Beschleunigungsmodi (BRISK, SOFT, DRIVE)

Funktion

Zur Programmierung des Beschleunigungsmodus stehen folgende Teileprogrammbeefehle zur Verfügung:

- BRISK, BRISKA

Die Einzelachsen bzw. die Bahnachsen verfahren mit maximaler Beschleunigung bis zum Erreichen der programmierten Vorschubgeschwindigkeit (**Beschleunigung ohne Ruckbegrenzung**).

- SOFT, SOFTA

Die Einzelachsen bzw. die Bahnachsen verfahren mit stetiger Beschleunigung bis zum Erreichen der programmierten Vorschubgeschwindigkeit (**Beschleunigung mit Ruckbegrenzung**).

- DRIVE, DRIVEA

Die Einzelachsen bzw. die Bahnachsen verfahren mit maximaler Beschleunigung bis zu einer projektierten Geschwindigkeitsgrenze (MD-Einstellung!). Danach erfolgt eine Beschleunigungsreduktion (MD-Einstellung!) bis zum Erreichen der programmierten Vorschubgeschwindigkeit.

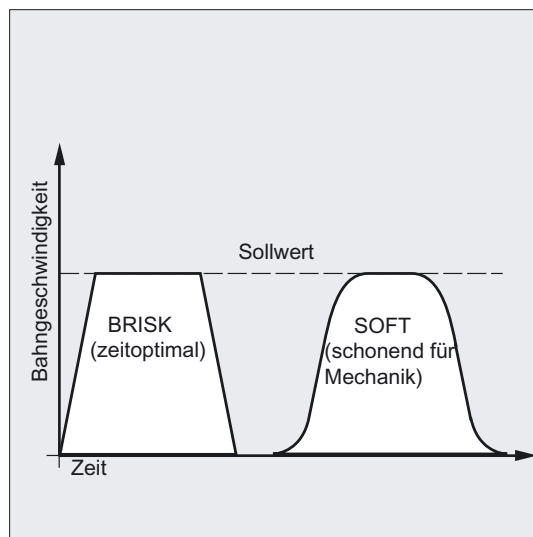


Bild 14-1 Verlauf der Bahnbeschwindigkeit bei BRISK und SOFT

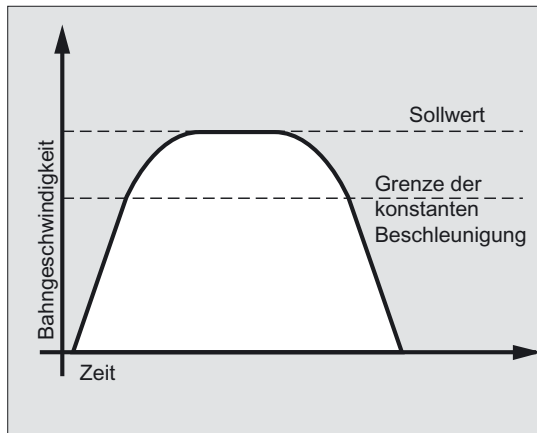


Bild 14-2 Verlauf der Bahngeschwindigkeit bei DRIVE

Syntax

```
BRISK  
BRISKA (<Achse1>, <Achse2>, ...)  
SOFT  
SOFTA (<Achse1>, <Achse2>, ...)  
DRIVE  
DRIVEA (<Achse1>, <Achse2>, ...)
```

Bedeutung

BRISK	Befehl zum Einschalten der "Beschleunigung ohne Ruckbegrenzung" für die Bahnachsen.
BRISKA	Befehl zum Einschalten der "Beschleunigung ohne Ruckbegrenzung" für Einzelachs-bewegungen (JOG, JOG/INC, Positionierachse, Pendelachse, etc.).
SOFT	Befehl zum Einschalten der "Beschleunigung mit Ruckbegrenzung" für die Bahnachsen.
SOFTA	Befehl zum Einschalten der "Beschleunigung mit Ruckbegrenzung" für Einzelachs-bewegungen (JOG, JOG/INC, Positionierachse, Pendelachse, etc.).
DRIVE	Befehl zum Einschalten der reduzierten Beschleunigung oberhalb einer projektierten Geschwindigkeitsgrenze (MD35220 \$MA_ACCEL_REDUCTION_SPEED_POINT) für die Bahnachsen.

DRIVEA	Befehl zum Einschalten der reduzierten Beschleunigung oberhalb einer projektierten Geschwindigkeitsgrenze (MD35220 \$MA_ACCEL_REDUCTION_SPEED_POINT) für Einzelachsbewegungen (JOG, JOG/INC, Positionierachse, Pendelachse, etc.).
(<Achse1>,<Achse2>,...)	Einzelachsen, für die der aufgerufene Beschleunigungsmodus gelten soll.

Beispiele

Beispiel 1: SOFT und BRISKA

```
Programmcode  
N10 G1 X... Y... F900 SOFT  
N20 BRISKA (AX5, AX6)  
...
```

Beispiel 2: DRIVE und DRIVEA

```
Programmcode  
N05 DRIVE  
N10 G1 X... Y... F1000  
N20 DRIVEA (AX4, AX6)  
...
```

Randbedingungen

- Wenn in einem Teileprogramm der Beschleunigungsmodus während der Bearbeitung gewechselt wird (BRISK ↔ SOFT), dann erfolgt auch bei Bahnsteuerbetrieb am Übergang ein Satzwechsel mit Genauhalt am Satzende.

Literatur

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Beschleunigung (B2)

14.6.2 Beeinflussung der Beschleunigung bei Folgeachsen (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA)

Funktion

Die in der Programmieranleitung Arbeitsvorbereitung beschriebenen Achskopplungen: Tangentiale Nachführung, Mitschleppen, Leitwertkopplung und Elektronisches Getriebe haben die Eigenschaft, dass abhängig von einer oder mehreren Leitachsen/-spindeln Folgeachsen/-spindeln verfahren werden.

Die Befehle zur Korrektur der Begrenzungen für die Dynamik der Folgeachse dürfen aus dem Teileprogramm heraus oder aus Synchronaktionen gegeben werden. Die Befehle zur Korrektur der Begrenzungen der Folgeachse können bei bereits aktiver Achskopplung gegeben werden.

Syntax

VELOLIMA[AX4]=75	75% der im Maschinendatum hinterlegten axialen Maximalgeschwindigkeit
ACCLIMA[AX4]=50	50% der im Maschinendatum hinterlegten axialen Maximalbeschleunigung
JERKLIMA[AX4]=50	50% der im Maschinendatum hinterlegten Ruck bei Bahnbewegung

Bedeutung

VELOLIMA[Ax],	Verändern der Grenze für maximale Geschwindigkeit bei Folgeachse
ACCLIMA[Ax],	Verändern der Grenze für maximale Beschleunigung bei Folgeachse
JERKLIMA[Ax],	Verändern der Grenze für maximalen Ruck bei Folgeachse

Hinweis

JERLIMA[Ax] ist nicht für alle Kopplungsarten verfügbar. Details zur Funktion sind beschrieben in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Achskopplungen und ESR (M3)

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Synchronspindel (S3)

Beispiel Elektronisches Getriebe

Achse 4 wird über eine Kopplung Elektronisches Getriebe an Achse X gekoppelt. Das Beschleunigungsvermögen der Folgeachse wird auf 70% der maximalen Beschleunigung begrenzt. Die maximal zulässige Geschwindigkeit wird auf 50% der maximalen Geschwindigkeit begrenzt. Nach erfolgter Einschaltung der Kopplung wird die maximal zulässige Geschwindigkeit wieder auf 100% gesetzt.

Programmcode	Kommentar
N120 ACCLIMA[AX4]=70	; reduzierte maximale Beschleunigung
N130 VELOLIMA[AX4]=50	; reduzierte maximale Geschwindigkeit
...	
N150 EGON(AX4, "FINE", X, 1, 2)	; Einschalten der EG-Kopplung
...	
N200 VELOLIMA[AX4]=100	; volle Maximalgeschwindigkeit

Beispiel Leitwertkopplung per statische Synchronaktion beeinflussen

Achse 4 wird mittels Leitwertkopplung an X gekoppelt. Das Beschleunigungsverhalten wird per statische Synchronaktion 2 ab Position 100 auf 80 Prozent begrenzt.

Programmcode	Kommentar
N120 IDS=2 WHENEVER \$AA_IM[AX4] > 100 DO ACCLIMA[AX4]=80	; Synchronaktion
N130 LEADON(AX4, X, 2)	; Leitwertkopplung ein

14.6.3 Technologie G-Gruppe (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH)

Funktion

Mittels der G-Gruppe "Technologie" kann für 5 unterschiedliche technologische Bearbeitungsschritte die dazu passende Dynamik aktiviert werden.

Maschinenhersteller

Dynamikwerte und die G-Codes sind projektierbar und damit von Maschinendateneinstellungen abhängig.

Literatur: /FB3/, B1, "Bahnsteuerbetrieb"

Syntax

DYNNORM
DYNPOS
DYNROUGH
DYNSEMIFIN
DYNFINISH

Bedeutung

DYNNORM	Normale Dynamik wie bisher (Index n=0)
DYNPOS	Dynamik für Positionierbetrieb, Gewindebohren (Index n=1)
DYNROUGH	Dynamik für Schruppen (Index n=2)
DYNSEMIFIN	Dynamik für Schlichten (Index n=3)
DYNFINISH	Dynamik für Feinschlichten (Index n=4)

Bestimmtes Feldelement schreiben oder lesen

\$MA... [n, X]	Maschinendatum mit dynamikbestimmenden Feldelement
[<n>, <X>]	Feldelement mit Feldindex n und Achsadresse X
n = 0 bis 4	Wertebereich entsprechend der Technologie G-Gruppe

Hinweis

Die Dynamikwerte werden bereits in dem Satz wirksam, indem der zugehörige G-Code programmiert wird. Es folgt kein Bearbeitungsstopp.

Beispiel

Dynamikwerte per G-Code Gruppe Technologie

Programmcode	Kommentar
DYNNORM G1 X10	; Grundstellung
DYNPOS G1 X10 Y20 Z30 F...	; Positionierbetrieb, Gewindebohren
DYNROUGH G1 X10 Y20 Z30 F10000	; Schruppen
DYNSEMIFIN G1 X10 Y20 Z30 F2000	; Schlichten
DYNFINISH G1 X10 Y20 Z30 F1000	; Feinschlichten

Bestimmtes Feldelement schreiben oder lesen

Maximale Beschleunigung für das Schruppen, Achse X

Programmcode	Kommentar
R1=\$MA_MAX_AX_ACCEL[2, X]	; Lesen
\$MA_MAX_AX_ACCEL[2, X]=5	; Schreiben

14.7 Fahren mit Vorsteuerung (FFWON, FFWOF)

Funktion

Durch die Vorsteuerung wird der geschwindigkeitsabhängige Nachlaufweg beim Bahnfahren gegen Null reduziert. Fahren mit Vorsteuerung ermöglicht höhere Bahngenaugigkeit und damit bessere Fertigungsergebnisse.

Syntax

FFWON
FFWOF

Bedeutung

FFWON Befehl zum **Einschalten** der Vorsteuerung
FFWOF Befehl zum **Ausschalten** der Vorsteuerung

Hinweis

Über Maschinendaten wird die Art der Vorsteuerung festgelegt und welche Bahnachsen vorgesteuert verfahren werden sollen.

Standard: Geschwindigkeitsabhängige Vorsteuerung

Option: Beschleunigungsabhängige Vorsteuerung

Beispiel

Programmcode

N10 FFWON
N20 G1 X... Y... F900 SOFT

14.8 Konturgenauigkeit (CPRECON, CPRECOF)

Funktion

Bei der Bearbeitung ohne Vorsteuerung (FFWON) können bei gekrümmten Konturen durch die geschwindigkeitsabhängigen Differenzen zwischen Soll- und Istpositionen Konturfehler auftreten.

Die programmierbare Konturgenauigkeit CPRECON ermöglicht es, im NC-Programm einen maximalen Konturfehler zu hinterlegen, der nicht überschritten werden darf. Der Wert des Konturfehlers wird mit dem Settingdatum \$SC_CONTPREC angegeben.

Mit Look Ahead kann die gesamte Bahn mit der programmierten Konturgenauigkeit gefahren werden.

Syntax

```
CPRECON
CPRECOF
```

Bedeutung

CPRECON	Programmierbare Konturgenauigkeit einschalten
CPRECOF	Programmierbare Konturgenauigkeit ausschalten

Hinweis

Über das Settingdatum \$SC_MINFEED kann eine Mindestgeschwindigkeit definiert werden, die nicht unterschritten wird und über die Systemvariable \$SC_CONTPREC kann der gleiche Wert auch direkt aus dem Teilprogramm heraus beschrieben werden.

Die Steuerung berechnet aus dem Wert des Konturfehlers \$SC_CONTPREC und aus dem KV-Faktor (Verhältnis Geschwindigkeit zu Schleppabstand) der betroffenen Geometrieachsen die maximale Bahngeschwindigkeit, bei welcher der aus dem Nachlauf resultierende Konturfehler den im Settingdatum hinterlegten Mindestwert nicht überschreitet.

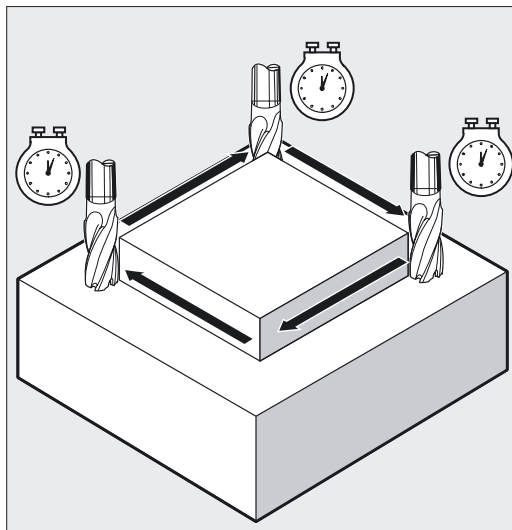
Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 X0 Y0 G0	
N20 CPRECON	; Konturgenauigkeit einschalten
N30 F10000 G1 G64 X100	; Bearbeitung mit 10 m/min in Bahnsteuerbetrieb
N40 G3 Y20 J10	; Automatische Vorschubbegrenzung im Kreissatz
N50 X0	; Vorschub ohne Begrenzung 10 m/min

14.9 Verweilzeit, Verzögerung (G4, WRTPR)

Funktion

Mit G4 können Sie zwischen zwei NC-Sätzen die Werkstückbearbeitung für die programmierte Zeit unterbrechen. Zum Beispiel zum Freischneiden.



Der Befehl `WRTPR` erzeugt im Bahnsteuerbetrieb keinen ausführbaren Satz und verzögert daher den Bearbeitungsauftrag ohne dabei den Bahnsteuerbetrieb zu unterbrechen.

Syntax

G4 F...

G4 S...

Schreiben der Anweisung vom Typ String mit dem nächsten Satz im Hauptlauf:

`WRTPR(string, parameter)` wenn `parameter = 0` oder nicht angegeben wird.

Programmierung im eigenen NC-Satz.

Bedeutung

G4	Verweilzeit einschalten, G4 unterbricht den Bahnsteuerbetrieb
F...	Angabe in Sekunden
S...	Angabe in Umdrehungen der Masterspindel
WRTPR	Einen Auftrag im Bahnsteuerbetrieb entweder dem nächsten ausführbaren Satz anhängen oder sofort ausführen.
parameter = 0	Beim nächsten ausführbaren Satz verzögert in das Protokoll schreiben. Dieses Verhalten ist voreingestellt und gilt auch ohne Parameterangabe. Der Bahnsteuerbetrieb bleibt ungestört.
Parameter = 1	Sofort in das Protokoll schreiben. Es wird ein Hauptlauf-Satz erzeugt und dadurch das Verhalten im Bahnsteuerbetrieb beeinflusst.

Hinweis

Nur in dem Satz mit G4 werden die Wörter mit F... und S... für die Zeitangaben benutzt.

Ein vorher programmierter Vorschub F und Spindeldrehzahl S bleiben erhalten.

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N10 G1 F200 Z-5 S300 M3	; Vorschub F, Spindeldrehzahl S
N20 G4 F3	; Verweilzeit 3s
N30 X40 Y10	
N40 G4 S30	; 30 Umdrehungen der Spindel verweilen, entspricht bei S=300 U/min und 100% Drehzahl-override:t=0,1 min
N40 X...	; Vorschub und Spindeldrehzahl wirken weiterhin.

14.10 Interner Vorlaufstopp

Funktion

Beim Zugriff auf Zustandsdaten der Maschine (\$A...) erzeugt die Steuerung internen Vorlaufstopp. Wird in einem nachfolgenden Satz ein Befehl gelesen, der implizit Vorlaufstopp erzeugt, wird der nachfolgende Satz erst dann ausgeführt, wenn alle vorher aufbereiteten und gespeicherten Sätze vollständig abgearbeitet sind. Der vorherige Satz wird im Genauhalt (wie G9) angehalten.

Programmierung

Die Zustandsdaten der Maschine (\$A...) werden intern von der Steuerung erzeugt.

Parameter

Zustandsdaten der Maschine (\$A...).

Beispiel

Die Bearbeitung soll im Satz N50 angehalten werden.

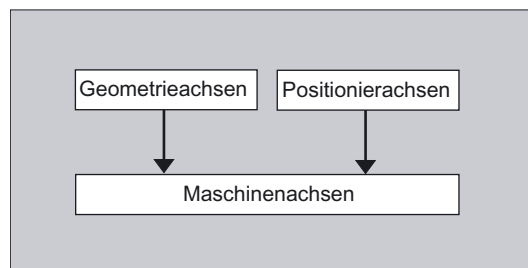
Programmcode	Kommentar
N40 POSA[X]=100	
N50 IF \$AA_IM[X]==R100 GOTOF MARKE1	; Zugriff auf Zustandsdaten der Maschine (\$A...), die ;Steuerung erzeugt internen Vorlaufstopp.
N60 GO Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARKE1:	
N40 X...	; Vorschub und Spindeldrehzahl wirken weiterhin.

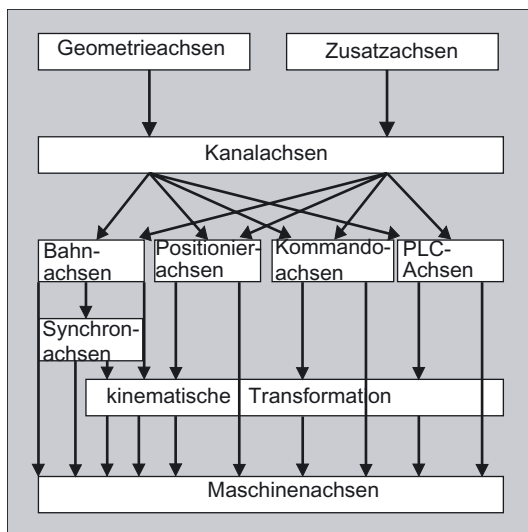
Sonstige Informationen

15.1 Achsen

Bei der Programmierung werden folgende Achsen unterschieden:

- Maschinenachsen
- Kanalachsen
- Geometrieachsen
- Zusatzachsen
- Bahnachsen
- Synchronachsen
- Positionierachsen
- Kommandoachsen (Bewegungssynchronisationen)
- PLC-Achsen
- Link-Achsen
- Lead-Linkachsen





Verhalten programmierter Achstypen

Programmiert werden Geometrie-, Synchron- und Positionierachsen.

- Bahnachsen fahren mit Vorschub F entsprechend den programmierten Fahrbefehlen.
- Synchronachsen fahren synchron zu Bahnachsen und benötigen für den Fahrweg die gleiche Zeit wie alle Bahnachsen.
- Positionierachsen fahren asynchron zu allen übrigen Achsen. Diese Fahrbewegungen laufen losgelöst von Bahn- und Synchronbewegungen ab.
- Kommandoachsen fahren asynchron zu allen übrigen Achsen. Diese Fahrbewegungen laufen losgelöst von Bahn- und Synchronbewegungen ab.
- PLC-Achsen werden von der PLC gesteuert und können asynchron zu allen übrigen Achsen fahren. Die Fahrbewegungen laufen losgelöst von Bahn- und Synchronbewegungen ab.

15.1.1 Hauptachsen/Geometrieachsen

Die Hauptachsen bestimmen ein rechtwinkliges, rechtsdrehendes Koordinatensystem. In diesem Koordinatensystem werden Werkzeugbewegungen programmiert.

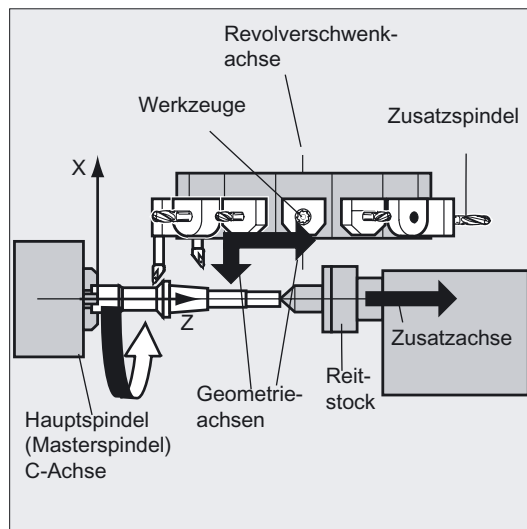
In der NC-Technik werden die Hauptachsen als Geometrieachsen bezeichnet. Dieser Begriff wird in dieser Programmieranleitung ebenfalls verwendet.

Mit der Funktion "**Umschaltbare Geometrieachsen**" (siehe Arbeitsvorbereitung) lässt sich der über Maschinendatum konfigurierte Geometrieachsverbund vom Teileprogramm aus verändern. Dabei kann eine als synchrone Zusatzachse definierte Kanalachse eine beliebige Geometrieachse ersetzen.

Achsbezeichner

Für Drehmaschinen gilt:

Geometrieachsen X und Z, ggf. Y



Für Fräsmaschinen gilt:

Geometrieachsen X, Y und Z.

Maximal drei Geometrieachsen werden zur Programmierung der Frames und der Werkstückgeometrie (Kontur) verwendet.

Die Bezeichner für Geometrie- und Kanalachsen dürfen gleich sein, sofern eine Abbildung möglich ist.

Geometrie- und Kanalachs-Namen können in jedem Kanal gleich sein, so dass dieselben Programme abgearbeitet werden können.

15.1.2 Zusatzachsen

Im Gegensatz zu den Geometrieachsen ist bei den Zusatzachsen kein geometrischer Zusammenhang zwischen den Achsen definiert.

Achsbezeichner

Bei einer Drehmaschine mit Revolvermagazin sind zum Beispiel
Revolverposition U, Reitstock V

Anwendungsbeispiele

Typische Zusatzachsen sind Werkzeugrevolverachsen, Schwenktischachsen, Schwenkkopfachsen und Laderachsen.

Programmcode	Kommentar
N10 G1 X100 Y20 Z30 A40 F300	; Bahnachsbewegungen
N20 POS[U]=10POS[X]=20 FA[U]=200 FA[X]=350	; Positionierachsbewegungen
N30 G1 X500 Y80 POS[U]=150FA[U]=300 F550	; Bahn- und Positionierachse
N40 G74 X1=0 Z1=0	; Referenzpunkt anfahren

15.1.3 Hauptspindel, Masterspindel

Welche Spindel Hauptspindel ist, wird durch die Maschinenkinematik bestimmt. Diese Spindel wird per Maschinendatum als Masterspindel deklariert. In der Regel wird die Hauptspindel als Masterspindel deklariert. Diese Zuordnung kann durch den Programmbefehl SETMS (Spindelnummer) geändert werden. Mit SETMS ohne Angabe der Spindelnummer kann auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel zurückgeschaltet werden. Für die Masterspindel gelten spezielle Funktionen, wie z. B. Gewindeschneiden, siehe "Spindeldrehzahl S, Spindeldrehrichtung M3, M4, M5".

Spindelbezeichner

Bezeichnung: S oder S0

15.1.4 Maschinenachsen

Maschinenachsen sind die physikalisch an der Maschine vorhandenen Achsen.

Die Bewegungen von Achsen können noch über Transformationen (TRANSMIT, TRACYL oder TRAORI) den Maschinenachsen zugeordnet sein. Sind Transformationen für die Maschine vorgesehen, müssen bei der Inbetriebnahme (**Maschinenhersteller!**) unterschiedliche Achsnamen festgelegt werden.

Die Maschinenachsnamen werden nur in speziellen Fällen programmiert (z. B. beim Referenzpunkt- oder Festpunktfahren).

Achsbezeichner

Die Achsbezeichner sind über Maschinendatum einstellbar.

Bezeichnung in der Standardeinstellung:

X1, Y1, Z1, A1, B1, C1, U1, V1

Außerdem gibt es feste Achsbezeichner, die immer verwendet werden können:

AX1, AX2, ..., AXn

15.1.5 Kanalachsen

Kanalachsen sind alle Achsen, die in einem Kanal verfahren.

Achsbezeichner

Bezeichnung: X, Y, Z, A, B, C, U, V

15.1.6 Bahnachsen

Bahnachsen beschreiben den Bahnweg und somit die Werkzeugbewegung im Raum.

Der programmierte Vorschub wirkt entlang dieser Bahn. Die an dieser Bahn beteiligten Achsen erreichen ihre Position gleichzeitig. In der Regel sind das die Geometrieachsen.

Welche Achsen Bahnachsen und damit geschwindigkeitsbestimmend sind, wird jedoch per Voreinstellungen festgelegt.

Im NC-Programm können Bahnachsen mit FGROUP angegeben werden, siehe "Bahnverhalten".

15.1.7 Positionierachsen

Positionierachsen werden getrennt interpoliert, d. h. jede Positionierachse hat einen eigenen Achsinterpolator und einen eigenen Vorschub. Positionierachsen interpolieren nicht mit den Bahnachsen.

Positionierachsen werden aus dem NC-Programm oder von der PLC verfahren. Falls eine Achse gleichzeitig vom NC-Programm und der PLC verfahren werden soll, erscheint eine Fehlermeldung.

Typische Positionierachsen sind:

- Lader für Werkstückantransport
- Lader für Werkstückabtransport
- Werkzeugmagazin/Revolver

Programmierung

Zu unterscheiden ist zwischen Positionierachsen mit Synchronisation zum Satzende oder über mehrere Sätze hinweg.

Parameter

POS-Achsen:

Der Satzwechsel erfolgt zum Satzende, wenn alle in diesem Satz programmierten Bahn- und Positionierachsen ihren programmierten Endpunkt erreicht haben.

POSA-Achsen:

Die Bewegungen dieser Positionierachsen können über mehrere Sätze ablaufen.

POSP-Achsen:

Die Bewegung dieser Positionierachsen zum Anfahren der Endposition erfolgt in Teilstücken.

Hinweis

Positionierachsen werden zu Synchronachsen, wenn sie ohne die besondere Kennung POS/POSA verfahren werden.

Ein Bahnsteuerbetrieb (G64) für Bahnachsen ist nur dann möglich, wenn die Positionierachsen (POS) vor den Bahnachsen ihre Endposition erreicht haben.

Bahnachsen, die mit POS/POSA programmiert werden, werden für diesen Satz aus dem Bahnachsverbund herausgenommen.

Mehr Informationen zu POS, POSA und POSP siehe "Positionierachsen verfahren, POS, POSA, POSP".

15.1.8 Synchronachsen

Synchronachsen fahren synchron zum Bahnweg von der Anfangsposition in die programmierte Endposition.

Der unter F programmierte Vorschub gilt für alle im Satz programmierten Bahnachsen, jedoch nicht für die Synchronachsen. Synchronachsen benötigen für ihren Weg die gleiche Zeit wie die Bahnachsen.

Eine Synchronachse kann zum Beispiel eine Rundachse sein, die synchron zur Bahninterpolation verfahren wird.

15.1.9 Kommandoachsen

Kommandoachsen werden aus Synchronaktionen auf Grund eines Ereignisses (Kommandos) gestartet. Sie können vollkommen asynchron zum Teileprogramm positioniert, gestartet und gestoppt werden. Ein Achse kann nicht gleichzeitig aus dem Teileprogramm und aus Synchronaktionen bewegt werden.

Kommandoachsen werden getrennt interpoliert, d. h. jede Kommandoachse hat einen eigenen Achsinterpolator und einen eigenen Vorschub.

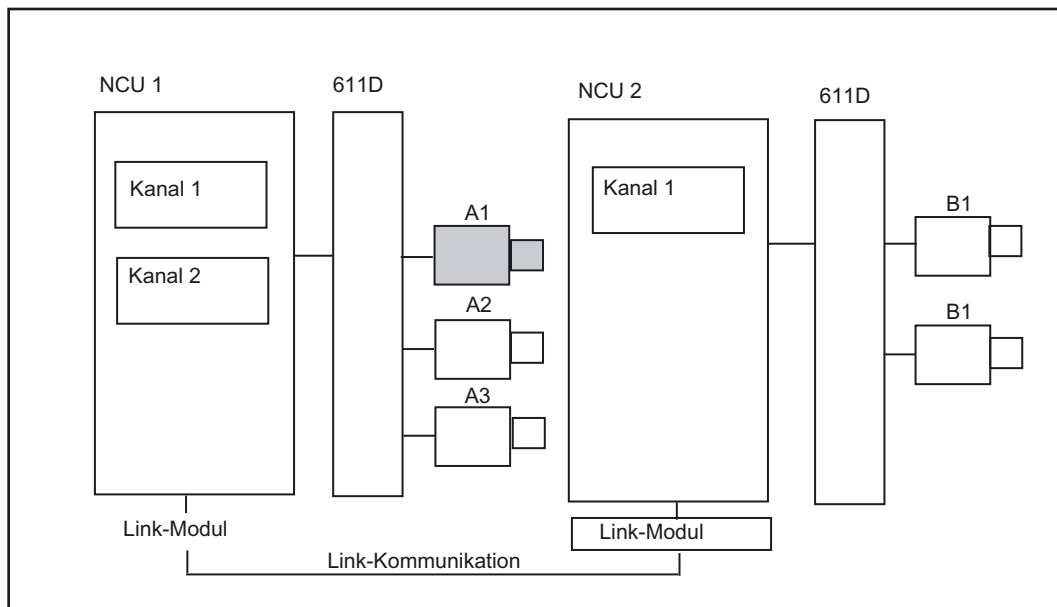
Literatur: /FBSY/, Synchronaktionen

15.1.10 PLC-Achsen

PLC-Achsen werden von der PLC über spezielle Funktionsbausteine im Grundprogramm verfahren und können sich asynchron zu allen übrigen Achsen bewegen. Die Fahrbewegungen laufen losgelöst von Bahn- und Synchronbewegungen ab.

15.1.11 Linkachsen

Link-Achsen sind Achsen, die an einer anderen NCU physikalisch angeschlossen sind und deren Lageregelung unterliegen. Link-Achsen können dynamisch Kanälen einer **anderen** NCU zugeordnet werden. Link-Achsen sind aus Sicht einer bestimmten NCU nicht lokale Achsen.



Der dynamischen Änderung der Zuordnung zu einer NCU dient das Konzept der **Achscontainer**. Achstausch mit GET und RELEASE aus dem Teileprogramm ist für Link-Achsen nicht verfügbar.

Voraussetzung

Die beteiligten NCUs NCU1 und NCU2 müssen über das Link-Modul mit schneller Link-Kommunikation verbunden sein.

Literatur:

/PHD/ Gerätehandbuch Projektierung NCU; NCU 571-573.2 Kapitel Link-Modul

Die Achse muss durch Maschinendaten entsprechend konfiguriert werden.

Die Option Link-Achse muss vorhanden sein.

Beschreibung

Die Lageregelung erfolgt auf der NCU, auf der die Achse physikalisch mit dem Antrieb verbunden ist. Dort befindet sich auch die zugehörige Achs-VDI-Schnittstelle. Die Lagesollwerte werden bei Link-Achsen auf einer anderen NCU erzeugt und über NCU-Link kommuniziert.

Die Link-Kommunikation muss für das Zusammenspiel zwischen den Interpolatoren mit dem Lageregler bzw. PLC-Interface sorgen. Die von den Interpolatoren errechneten Sollwerte müssen an den Lageregelkreis auf der Heimat-NCU transportiert werden, bzw. Die Istwerte müssen wieder zurücktransportiert werden.

Weitere Details über Link-Achsen finden Sie in

Literatur: /FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

Achscontainer

Ein Achscontainer ist eine Ringpuffer-Datenstruktur, in der die Zuordnung von lokalen Achsen und/oder Link-Achsen zu Kanälen erfolgt. Die Einträge im Ringpuffer sind **zyklisch verschiebbar**.

Die Link-Achsen Konfiguration lässt im logischen Maschinenachs-Abbild neben dem direkten Verweis auf lokale Achsen oder Link-Achsen den Verweis auf Achscontainer zu. Ein solcher Verweis besteht aus:

- Container-Nummer und
- Slot (Ringpuffer-Platz innerhalb des entsprechenden Containers)

Als Eintrag in einem Ringpuffer-Platz steht:

- eine lokale Achse **oder**
- eine Link-Achse

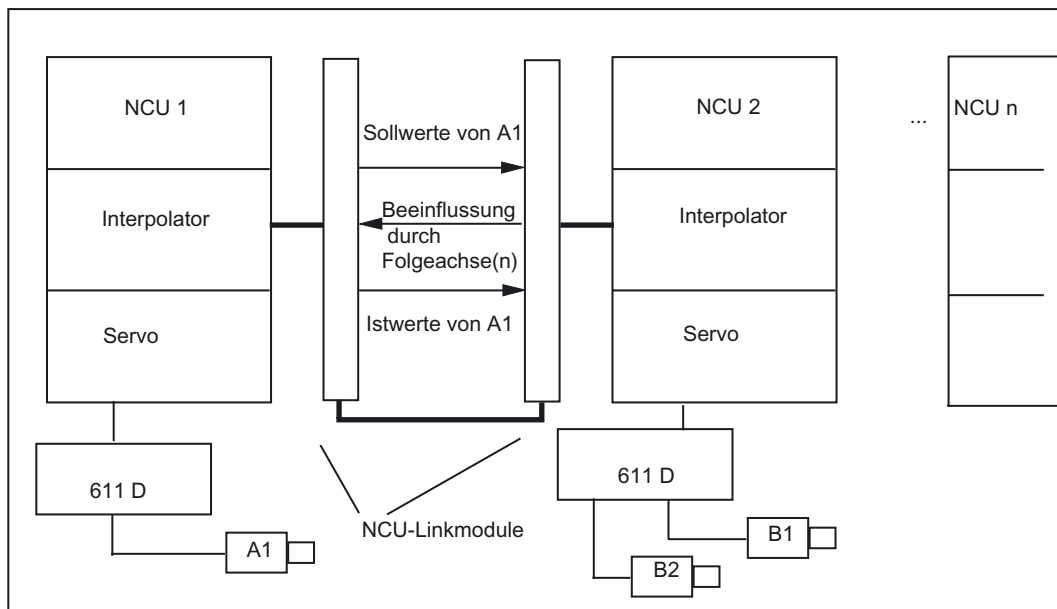
Achscontainer-Einträge enthalten lokale Maschinenachsen oder Link-Achsen aus der Sicht einer einzelnen NCU. Die Einträge im logischen Maschinenachsabbild MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB einer einzelnen NCU sind fest.

Die Funktion Achscontainer ist beschrieben in

Literatur: /FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

15.1.12 Lead-Linkachsen

Eine Lead-Linkachse ist eine Achse, die von einer NCU interpoliert und einer oder mehreren anderen NCUs als Leitachse für das Führen von Folgeachsen benutzt wird.



Ein axialer Lageregler-Alarm wird an alle weiteren NCUs, die über eine Lead-Linkachse einen Bezug auf die betroffene Achse haben, weiterverteilt.

Die von der Lead-Linkachse abhängigen NCUs können folgende Kopplungen an die Lead-Linkachse benutzen:

- Leitwert (Soll-, Ist-Leitwert, Simulierter Leitwert)
- Mitschleppen
- Tangentiale Nachführung
- Elektronisches Getriebe (ELG)
- Synchronspindel

Programmierung

Leit-NCU:

Nur die NCU, der die Leitwert-Achse physikalisch zugeordnet ist, kann Verfahrenbewegungen für diese Achse programmieren. Die Programmierung muss darüberhinaus keine Besonderheiten berücksichtigen.

NCUs der Folgeachsen:

Die Programmierung auf der NCU der Folgeachsen darf keine Verfahrbefehle für die Lead-Link-Achse (Leitwert-Achse) enthalten. Verstöße gegen diese Regel lösen einen Alarm aus.

Die Lead-Link-Achse wird über Kanalachs-Bezeichner in gewohnter Weise angesprochen. Die Zustände der Lead-Link-Achse werden durch ausgewählte Systemvariablen zugänglich.

Voraussetzungen

- Die beteiligten NCUs NCU1 bis NCU_n (n max. 8) müssen über das Link-Modul mit schneller Link-Kommunikation verbunden sein.

Literatur:

/PHD/ Gerätehandbuch Projektierung NCU; NCU 571-573.2 Kapitel Link-Modul

- Die Achse muss durch Maschinendaten entsprechend konfiguriert werden.
- Die Option Link-Achse muss vorhanden sein.
- Für alle beteiligten NCUs muss der gleiche Interpolationstakt konfiguriert sein.

Einschränkungen

- Eine Leitachse als Lead-Link-Achse kann nicht Link-Achse sein, d. h. von anderen NCUs als ihrer Heimat-NCU verfahren werden.
- Eine Leitachse als Lead-Link-Achse kann nicht Container-Achse sein, d. h. wechselweise von verschiedenen NCUs angesprochen werden.
- Eine Lead-Link-Achse kann nicht programmierte Führungssachse eines Gantry-Verbandes sein.
- Kopplungen mit Lead-Link-Achsen können nicht mehrstufig hintereinandergeschaltet werden (Kaskadierung).
- Achstausch ist nur innerhalb der Heimat-NCU der Lead-Link-Achse möglich.

Systemvariablen:

Folgende Systemvariablen können mit dem Kanalachsbezeichner der Lead-Link-Achse benutzt werden:

- \$AA_LEAD_SP ; Simulierter Leitwert - Position
- SAA_LEAD_SV ; Simulierter Leitwert - Geschwindigkeit

Werden diese Systemvariablen durch die NCU der Leitachse aktualisiert, so werden die neuen Werte auch an die NCUs übertragen, die Folgeachsen abhängig von dieser Leitachse verfahren wollen, übertragen.

Literatur: /FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

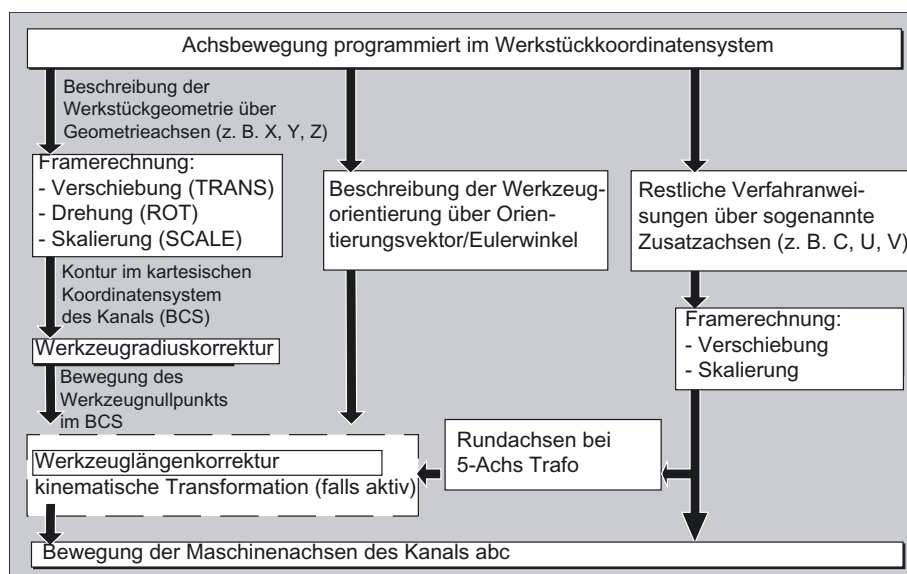
15.2 Koordinatensysteme und Werkstückbearbeitung

Es wird der Zusammenhang zwischen Fahrbefehlen der programmierten Achsbewegungen aus den Werkstückkoordinaten und sich daraus resultierenden Maschinenbewegung dargestellt.

Wie Sie den zurückgelegten Weg unter Berücksichtigung aller Verschiebungen und Korrekturen ermitteln können, wird anhand der Wegberechnung gezeigt.

Zusammenhang zwischen Fahrbefehlen aus Werkstückkoordinaten und resultierenden Maschinenbewegungen

Achsbewegung programmiert im Werkstückkoordinatensystem

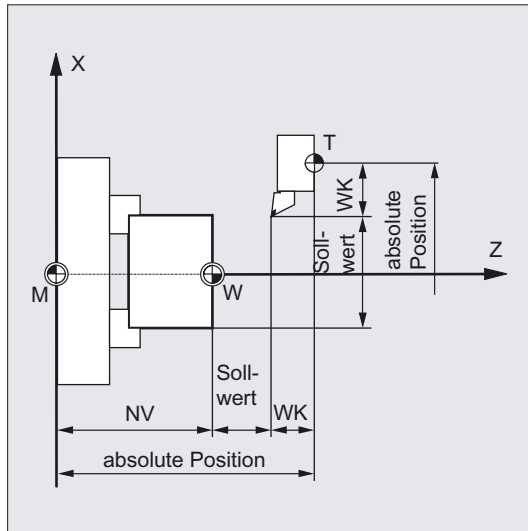


Wegberechnung

Die Wegberechnung ermittelt die in einem Satz zu verahrende Wegstrecke unter Berücksichtigung aller Verschiebungen und Korrekturen.

Allgemein gilt:

Weg = Sollwert - Istwert + Nullpunktverschiebung (NV) + Werkzeugkorrektur (WK)

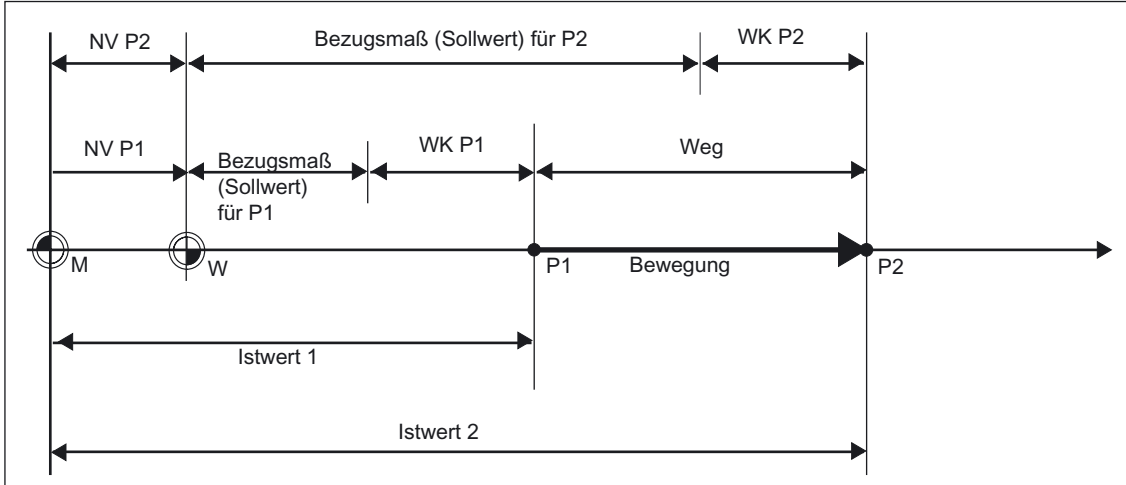


Wird in einem neuen Programmsatz eine neue Nullpunktverschiebung und eine neue Werkzeugkorrektur programmiert, so gilt:

- bei Bezugsmaßeingabe:

$$\text{Weg} = (\text{Bezugsmaß P2} - \text{Bezugsmaß P1}) + (\text{NV P2} - \text{NV P1}) + (\text{WK P2} - \text{WK P1}).$$
- bei Kettenmaßeingabe:

$$\text{Weg} = \text{Kettenmaß} + (\text{NV P2} - \text{NV P1}) + (\text{WK P2} - \text{WK P1}).$$



15.3 Adressen

Feste und einstellbare Adressen

Adressen lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- Feste Adressen

Diese Adressen sind fest eingerichtet, d. h. die Adresszeichen können nicht geändert werden.

- Einstellbare Adressen

Diesen Adressen kann vom Maschinenhersteller über Maschinendatum ein anderer Name zugeordnet werden.

In der folgenden Tabelle sind einige wichtige Adressen aufgelistet. Die letzte Spalte gibt an, ob es sich dabei um eine feste oder um eine einstellbare Adresse handelt.

Adresse	Bedeutung (Standardeinstellung)	Name
A=DC(...) A=ACP(...) A=ACN(...)	Rundachse	einstellbar
ADIS	Überschleifabstand für Bahnfunktionen	fest
B=DC(...) B=ACP(...) B=ACN(...)	Rundachse	einstellbar
C=DC(...) C=ACP(...) C=ACN(...)	Rundachse	einstellbar
CHR=...	Konturrecke anfasen	fest
D...	Schneidennummer	fest
F...	Vorschub	fest
FA[Achse]=... bzw. FA[Spindel]=... bzw. [SPI(Spindel)]=...	axialer Vorschub (nur, wenn Spindel-Nr. per Variable vorgegeben wird)	fest
G...	Wegbedingung	fest
H... H=QU(...)	Hilfsfunktion Hilfsfunktion ohne Lesehalt	fest
I...	Interpolationsparameter	einstellbar
J...	Interpolationsparameter	einstellbar
K...	Interpolationsparameter	einstellbar
L...	Unterprogrammaufruf	fest
M... M=QU	Zusatzfunktion Zusatzfunktion ohne Lesehalt	fest
N...	Nebensatz	fest
OVR	Bahnoverride	fest
P...	Anzahl Programmdurchläufe	fest

POS[Achse]=...	Positionierachse	fest
POSA[Achse]=...	Positionierachse über Satzgrenze	fest
SPOS=... SPOS[n]=...	Spindelposition	fest
SPOSA=... SPOSA[n]	Spindelposition über Satzgrenze	fest
Q...	Achse	einstellbar
R0=... bis Rn=... R...	- Rechenparameter, n ist über MD einstellbar (Standard 0 - 99) - Achse	fest einstellbar
RND	Konturecke verrunden	fest
RNDM	Konturecke verrunden (modal)	fest
S...	Spindeldrehzahl	fest
T...	Werkzeugnummer	fest
U...	Achse	einstellbar
V...	Achse	einstellbar
W...	Achse	einstellbar
X... X=AC(...) X=IC	Achse " absolut " inkremental	einstellbar
Y... Y=AC(...) Y=IC	Achse	einstellbar
Z... Z=AC(...) Z=IC	Achse	einstellbar
AR+=...	Öffnungswinkel	einstellbar
AP=...	Polarwinkel	einstellbar
CR=...	Kreisradius	einstellbar
RP=...	Polarradius	einstellbar

Hinweis

Einstellbare Adressen

Einstellbare Adressen müssen innerhalb der Steuerung eindeutig sein, d. h. derselbe Adressname darf nicht für unterschiedliche Adresstypen verwendet werden.

Als Adresstypen werden dabei unterschieden:

- Achswerte und Endpunkte
 - Interpolationsparameter
 - Vorschübe
 - Überschleifkriterien
 - Messen
 - Achs- und Spindelverhalten
-

Modal / satzweise wirksame Adressen

Modal wirksame Adressen behalten mit dem programmierten Wert so lange ihre Gültigkeit (in allen Folgesätzen), bis unter der gleichen Adresse ein neuer Wert programmiert wird.

Satzweise wirksame Adressen gelten nur in dem Satz, in dem sie programmiert wurden.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
N10 G01 F500 X10	;
N20 X10	; Vorschub F aus N10 wirkt so lange, bis ein neuer eingegeben wird.

Adressen mit axialer Erweiterung

Bei Adressen mit axialer Erweiterung steht ein Achsname in eckigen Klammern nach der Adresse, der die Zuordnung zu Achsen festlegt.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
FA[U]=400	; Achsspezifischer Vorschub für Achse U.

Feste Adressen mit axialer Erweiterung:

Adresse	Bedeutung (Standardeinstellung)
AX	Achswert (variable Achsprogrammierung)
ACC	Axiale Beschleunigung
FA	Axialer Vorschub
FDA	Axialer Vorschub für Handradüberlagerung
FL	Axiale Vorschubbegrenzung
IP	Interpolationsparameter (variable Achsprogrammierung)
OVRA	Axialer Override
PO	Polynom-Koeffizient
POS	Positionierachse
POSA	Positionierachse über Satzgrenze hinweg

Erweiterte Adressschreibweise

Die erweiterte Adressschreibweise bietet die Möglichkeit, eine größere Anzahl von Achsen und Spindeln in eine Systematik einzuordnen.

Eine erweiterte Adresse besteht aus einer numerischen Erweiterung und einem mit "="-Zeichen zugewiesenen arithmetischen Ausdruck. Die numerische Erweiterung ist ein- oder zweistellig und immer positiv.

Die erweiterte Adressschreibweise ist nur für folgende einfache Adressen zulässig:

Adresse	Bedeutung
X, Y, Z, ...	Achsadressen
I, J, K	Interpolationsparameter
S	Spindeldrehzahl
SPOS, SPOSA	Spindelposition
M	Zusatzfunktionen
H	Hilfsfunktionen
T	Werkzeugnummer
F	Vorschub

Beispiele:

Programmcode	Kommentar
X7	; kein "=" erforderlich; 7 ist Wert; das Zeichen "=" ist aber auch hier möglich
X4=20	; Achse X4; "=" ist erforderlich
CR=7.3	; 2 Buchstaben ; "=" ist erforderlich
S1=470	; Drehzahl für 1. Spindel: 470 U/min
M3=5	; Spindel-Halt für 3. Spindel

Bei den Adressen M, H, S sowie bei SPOS und SPOSA ist die numerische Erweiterung durch eine Variable ersetzbar. Der Variablenbezeichner steht dabei in eckigen Klammern.

Beispiele:

Programmcode	Kommentar
S[SPINU]=470	; Drehzahl für die Spindel, deren Nummer in der Variablen SPINU hinterlegt ist.
M[SPINU]=3	; Rechtslauf für die Spindel, deren Nummer in der Variablen SPINU hinterlegt ist.
T[SPINU]=7	; Vorwahl des Werkzeugs für die Spindel, deren Nummer in der Variablen SPINU hinterlegt ist.

15.4 Bezeichner

Die Befehle nach DIN 66025 werden durch die NC-Hochsprache u. a. mit sogenannten Bezeichnern ergänzt.

Bezeichner können stehen für:

- Systemvariablen
- Anwenderdefinierte Variablen
- Unterprogramme
- Schlüsselwörter
- Sprungmarken
- Makros

Hinweis

Bezeichner müssen eindeutig sein. Derselbe Bezeichner darf nicht für verschiedene Objekte verwendet werden.

Regeln zur Benennung

Für die Vergabe von Bezeichnernamen gelten folgende Regeln:

- Maximale Anzahl an Zeichen:
 - bei Programmnamen: 24
 - Achsbezeichner: 8
 - Variablenbezeichner: 31
- Erlaubte Zeichen sind:
 - Buchstaben
 - Ziffern
 - Unterstriche
- Die ersten beiden Zeichen müssen Buchstaben oder Unterstriche sein.
- Zwischen den einzelnen Zeichen dürfen keine Trennzeichen stehen.

Hinweis

Reservierte Schlüsselwörter dürfen nicht als Bezeichner verwendet werden.

Reservierte Zeichenkombinationen

Zur Vermeidung von Namenskollisionen sind bei der Vergabe von Zyklen-Bezeichnern folgende Reservierungen zu beachten:

- Alle Bezeichner, die mit "CYCLE" oder "_" beginnen, sind für SIEMENS-Zyklen reserviert.
- Alle Bezeichner, die mit "CCS" beginnen, sind für SIEMENS-Compile-Zyklen reserviert.
- Anwender-Compile-Zyklen beginnen mit "CC".



Tipp

Der Anwender sollte Bezeichner wählen, die mit "U" (User) beginnen oder Unterstriche enthalten, da diese Bezeichner vom System, den Compile-Zyklen und SIEMENS-Zyklen nicht verwendet werden.

Weitere Reservierungen sind:

- Der Bezeichner "RL" ist reserviert für konventionelle Drehmaschinen.
- Bezeichner, die mit "E_" beginnen, sind für die EASY-STEP-Programmierung reserviert.

Variablen-Bezeichner

Bei Variablen, die vom System benutzt werden, wird der erste Buchstabe durch das "\$"-Zeichen ersetzt.

Beispiele:

Systemvariable	Bedeutung
\$P_IFRAME	Aktiver einstellbarer Frame
\$P_F	Programmierter Bahnvorschub

Hinweis

Für anwenderdefinierte Variablen darf das "\$"-Zeichen nicht verwendet werden.

15.5 Konstanten

Integer-Konstanten

Eine Integer-Konstante ist ein ganzzahliger Wert mit oder ohne Vorzeichen, z. B. eine Wertzuweisung an eine Adresse.

Beispiele:

X10.25	Zuweisung des Wertes +10.25 an die Adresse X
X-10.25	Zuweisung des Wertes -10.25 an die Adresse X
X0.25	Zuweisung des Wertes +0.25 an die Adresse X
X.25	Zuweisung des Wertes +0.25 an die Adresse X, ohne führende "0"
X=-.1EX-3	Zuweisung des Wertes $-0.1 \cdot 10^{-3}$ an die Adresse X
X0	Zuweisung des Wertes 0 an die Adresse X (X0 kann nicht durch X ersetzt werden)

Hinweis

Werden bei einer Adresse mit zulässiger Dezimalpunkteingabe nach dem Dezimalpunkt mehr Stellen geschrieben, als für diese Adresse vorgesehen sind, so wird sie auf die vorgesehene Stellenanzahl gerundet.

Hexadezimal-Konstanten

Möglich sind auch Konstanten, die hexadezimal interpretiert werden. Dabei gelten die Buchstaben "A" bis "F" als hexadezimale Ziffern von 10 bis 15.

Hexadezimale Konstanten werden zwischen Hochkommata gesetzt und beginnen mit dem Buchstaben "H", gefolgt von dem hexadezimal geschriebenen Wert. Trennzeichen zwischen den Buchstaben und Ziffern sind erlaubt.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
<code>\$MC_TOOL_MANAGEMENT_MASK='H3C7F'</code>	; Zuweisung von Hexadezimal-Konstanten an Maschinendatum: MD18080 \$MN_MM_TOOL_MANAGEMENT_MASK

Hinweis

Die maximale Zeichenzahl ist durch den Wertebereich des ganzzahligen Datentyps begrenzt.

Binär-Konstanten

Möglich sind auch Konstanten, die binär interpretiert werden. Dabei werden nur die Ziffern "0" und "1" verwendet.

Binäre Konstanten werden zwischen Hochkommata gesetzt und beginnen mit dem Buchstaben "B", gefolgt von dem binär geschriebenen Wert. Trennzeichen zwischen den Ziffern sind erlaubt.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
<code>\$MN_AUXFU_GROUP_SPEC='B1000001'</code>	<code>; Durch Zuweisung von Binärkonstanten werden in dem Maschinendatum Bit0 und Bit7 gesetzt.</code>

Hinweis

Die maximale Zeichenzahl ist durch den Wertebereich des ganzzahligen Datentyps begrenzt.

Tabellen

16.1 Anweisungen

Legende:

- 1 Standardeinstellung bei Programmanfang (im Auslieferungsstand der Steuerung, wenn nichts anderes programmiert ist).
- 2 Die Gruppen-Nummerierung entspricht der Tabelle im Abschnitt "Liste der G-Funktionen/Wegbedingungen".
- 3 Absolute Endpunkte: modal (m)
Inkrementale Endpunkte: satzweise (s)
Ansonsten: m/s in Abhängigkeit von der Syntaxbestimmung G-Funktion
- 4 Als Kreismittelpunkte wirken IPO-Parameter inkrementell. Mit AC können sie absolut programmiert werden. Bei anderen Bedeutungen (z. B. Gewindesteigung) wird die Adressmodifikation ignoriert.
- 5 Der OEM-Anwender kann zwei zusätzliche Interpolationsarten einbringen. Die Namen kann der OEM-Anwender verändern.
- 6 Für diese Funktionen ist die erweiterte Adressschreibweise nicht zulässig.

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
:	Satznummer - Hauptsatz (siehe N)	0 ... 99 999 999 nur ganzzahlig, ohne Vorzeichen	Besondere Kennzeichnung von Sätzen - anstelle von N... ; dieser Satz sollte alle Anweisungen für einen kompletten nachfolgenden Bearbeitungsabschnitt enthalten.	z. B.: 20		
A	Achse	Real			m/s	
A2	Werkzeugorientierung: Eulerwinkel	Real			s	

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
A3	Werkzeugorientierung: Richtungsvektor- komponente	Real			s	
A4	Werkzeugorientierung für Satzanfang	Real			s	
A5	Werkzeugorientierung für Satzende: Normalenvektor- komponente	Real			s	
ABS	Absolutwert	Real				
AC	Maßeingabe absolut	0, ..., 359.9999°		X=AC(100)	s	
ACC	Axiale Beschleunigung (acceleration axial)	Real, ohne Vorzeichen			m	
ACCLIMA	Reduktion oder Überhöhung der maximalen axialen Beschleunigung (acceleration axial)	0, ..., 200	Gültigkeits- bereich ist 1 bis 200%.	ACCLIMA[X]= ...[%]	m	
ACN	Absolutmaßangabe für Rundachsen, Position in negativer Richtung anfahren			A=ACN(...) B=ACN(...) C=ACN(...)	s	
ACOS	Arcus-Cosinus (Trigon. Funktion)	Real				
ACP	Absolutmaßangabe für Rundachsen, Position in positiver Richtung anfahren			A=ACP(...) B=ACP(...) C=ACP(...)	s	
ACTBLOCNO	Bei unterdrückter aktueller Satzanzeige (DISPLOF) soll bei einem Alarm die Nummer des aktuellen Satzes ausgegeben werden.					
ADIS	Überschleifabstand für Bahnfunktionen G1, G2, G3, ...	Real, ohne Vorzeichen			m	
ADISPOS	Überschleifabstand für Eilgang G0	Real, ohne Vorzeichen			m	
ADISPOSA	Größe des Toleranzfenster für IPOBRKA	Integer, Real		ADISPOSA=... oder ADISPOSA(<Achse>[, REAL])	m	
ALF	Schnellabhebewinkel (angle tilt fast)	Integer, ohne Vorzeichen			m	

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
AMIRROR	Programmierbare Spiegelung (additive mirror)			AMIRROR X0 Y0 Z0 ;eigener Satz	s	3
AND	Logisches UND					
ANG	Konturzug-Winkel	Real			s	
AP	Polarwinkel (angle polar)	0, ..., $\pm 360^\circ$			m/s	
APR	Zugriffsschutz lesen / anzeigen (access protection read)	Integer, ohne Vorzeichen				
APW	Zugriffsschutz schreiben (access protection write)	Integer, ohne Vorzeichen				
AR	Öffnungswinkel (angle circular)	0, ..., 360°			m/s	
AROT	Programmierbare Drehung (additive rotation)	Drehung um: 1.Geoachse: $-180^\circ \dots +180^\circ$ 2.Geoachse: $-90^\circ \dots +90^\circ$ 3.Geoachse: $-180^\circ \dots +180^\circ$		AROT X... Y... Z... AROT RPL= ;eigener Satz	s	3
AROTS	Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (additive rotation)			AROTS X... Y... AROTS Z... X... AROTS Y... Z... AROTS RPL= ;eigener Satz	s	3
AS	Makro-Definition	String				
ASCALE	Programmierbare Skalierung (additive scale)			ASCALE X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
ASPLINE	Akima-Spline				m	1
ATAN2	Arcus-Tangens2	Real				
ATRANS	Additive programmierbare Verschiebung (additive translation)			ATRANS X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
AX	Variabler Achsbezeichner	Real			m/s	
AXCSWAP	Containerachse weiterschalten			AXCSWAP(CTn, CTn+1,...)		25
AXCTSWE	Containerachse weiterschalten			AXCTSWE(CTi)		25
AXIS	Datentyp: Achsbezeichner		Kann den Namen einer Datei aufnehmen.			

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
AXNAME	Konvertiert Eingangsstring in Achsbezeichner (get axname)	String	Enthält der Eingangsstring keinen gültigen Achsnamen, so wird ein Alarm gesetzt.			
AXSTRING	Konvertiert den String Spindelnummer (get string)	String	Kann den Namen einer Datei aufnehmen.	AXSTRING[SPI(n)]		
AXTOCHAN	Achse für einen bestimmten Kanal anfordern. Ist vom NC-Programm und aus Synchronaktion möglich.			AXTOCHAN(Achse, Kanalnr.[,Achse, Kanalnummer[,...]])		
B	Achse	Real			m/s	
B_AND	Bitweises UND					
B_OR	Bitweises ODER					
B_NOT	Bitweise Negierung					
B_XOR	Bitweises Exklusiv-ODER					
B2	Werkzeugorientierung: Eulerwinkel	Real			s	
B3	Werkzeugorientierung: Richtungsvektorkomponente	Real			s	
B4	Werkzeugorientierung für Satzanfang	Real			s	
B5	Werkzeugorientierung für Satzende: Normalenvektorkomponente	Real			s	
BAUTO	Festlegung des ersten Splineabschnitts durch die folgenden 3 Punkte (begin not a knot)				m	19
BLSYNC	Bearbeitung der Interruptroutine soll erst mit dem nächsten Satzwechsel beginnen					
BNAT ¹	Natürlicher Übergang zum ersten Spline-Satz (begin natural)				m	19
BOOL	Datentyp: Wahrheitswerte TRUE/FALSE bzw. 1/0					
BOUND	Prüft, ob Wert innerhalb des definierten Wertebereichs liegt. Gleichheit gibt Prüfwert zurück.	Real	Var1: Varmin Var2: Varmax Var3: Varcheck	RetVar =		

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
BRISK ¹	Sprungförmige Bahnbeschleunigung				m	21
BRISKA	Sprungförmige Bahnbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten					
BSPLINE	B-Spline				m	1
BTAN	Tangentialer Übergang zum ersten Spline-Satz (begin tangential)				m	19
C	Achse	Real			m/s	
C2	Werkzeugorientierung: Eulerwinkel	Real			s	
C3	Werkzeugorientierung: Richtungsvektorkomponente	Real			s	
C4	Werkzeugorientierung für Satzanfang	Real			s	
C5	Werkzeugorientierung für Satzende; Normalenvektor-komponente	Real			s	
CAC	Absolutes Anfahren einer Position (coded position: absolute coordinate)		Codierter Wert ist Tabellenindex; Tabellenwert wird angefahren.			
CACN	In Tabelle abgelegter Wert wird absolut in negativer Richtung angefahren (coded position absolute negative)		Zulässig für die Programmierung von Rundachsen als Positionierachsen.			
CACP	In Tabelle abgelegter Wert wird absolut in positiver Richtung angefahren (coded position absolute positive)					
CALCDAT	Berechnet Radius und Mittelpunkt eines Kreises aus 3 oder 4 Punkten (calculate circle data)	VAR Real [3]	Die Punkte müssen sich unterscheiden.			
CALL	Indirekter Unterprogrammaufruf			CALL PROGVAR		

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
CALLPATH	Programmierbarer Suchpfad bei Unterprogrammaufrufen		Zum bestehenden NCK-Filesystem kann ein Pfad mit CALLPATH programmiert werden.	CALLPATH (/_N_WKS_DIR/ _N_MYWPD/ unterprogramm- bezeichner_SPF)		
CANCEL	Modale Synchronaktion abbrechen	INT	Abbrechen mit der angegebenen ID. Ohne Parameter: Alle modalen Synchronaktionen werden ausgewählt.			
CASE	Bedingte Programmverzweigung					
CDC	Direktes Anfahren einer Position (coded position: direct coordinate)		Siehe CAC.			
CDOF ¹	Kollisionsüberwachung AUS (collision detection OFF)				m	23
CDON	Kollisionsüberwachung EIN (collision detection ON)				m	23
CDOF2	Kollisionsüberwachung AUS (collision detection OFF)		Nur für CUT3DC.		m	23
CFC ¹	Konstanter Vorschub an der Kontur (constant feed at contour)				m	16
CFIN	Konstanter Vorschub nur bei Innenkrümmung, nicht bei Außenkrümmung (constant feed at internal radius).				m	16
CFTCP	Konstanter Vorschub im Werkzeugschneiden-Bezugspunkt (Mittelpunktsbahn) (constant feed in tool-center-point)				m	16
CHAN	Spezifizierung des Gültigkeitsbereichs von Daten		Pro Kanal einmal vorhanden.			

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
CHANDATA	Kanalnummer für Kanaldatenzugriffe einstellen	INT	Nur im Initialisierungs- baustein zulässig.			
CHAR	Datentyp: ASCII-Zeichen	0, ..., 255				
CHECKSUM	Bildet die Checksumme über ein Feld als STRING mit einer festgesetzten Länge	Max. Länge von 32	Liefert Zeichen- kette von 16- Hex-Ziffern.	ERROR= CHECKSUM		
CHF	Fase; Wert = Länge der Fase	Real, ohne Vorz.			s	
CHR	Fase; Wert = Breite der Fase in Bewegungsrichtung (chamfer)					
CHKDNO	Eindeutigkeitsprüfung der D-Nummern					
CIC	Inkrementelles Anfahren einer Position (coded position: incremental coordinate)		Siehe CAC.			
CIP	Kreisinterpolation über Zwischenpunkt			CIP X... Y... Z... I1=... J1=... K1=...	m	1
CLEARM	Rücksetzen einer/mehrerer Marken für Kanalkoordinierung	INT, 1 - n	Beeinflusst Bearbeitung im eigenen Kanal nicht.			
CLRINT	Interrupt abwählen	INT	Parameter: Interrupt- nummer			
CMIRROR	Spiegeln an einer Koordinatenachse	FRAME				
COARSEA	Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Grob"			COARSEA=... oder COARSEA[n]=...	m	
COMPOF ¹	Kompressor AUS				m	30
COMPON	Kompressor EIN				m	30
COMPCURV	Kompressor EIN: krümmungsstetige Polynome				m	30
COMPCAD	Kompressor EIN: Optimierte Oberflächengüte CAD-Programm				m	30
CONTDCON	Konturdecodierung in Tabellenform EIN					
CONTPRON	Referenzaufbereitung einschalten (contour preparation ON)					

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
COS	Cosinus (Trigon. Funktion)	Real				
COUPDEF	Definition ELG-Verband / Synchronspindel-Verband (couple definition)	String	Satzwechsel (SW)-Verhalten: NOC: keine SW-Steuerung FINE / COARSE: SW bei "Synchronlauf fein/grob" IPOSTOP: SW bei sollwertseitiger Beendigung der überlagerten Bewegung	COUPDEF(FS, ...)		
COUPDEL	ELG-Verband löschen (couple delete)			COUPDEL(FS,LS)		
COUPOF	ELG-Verband/Synchronspindel- paar AUS (couple OFF)			COUPOF(FS,LS, POS _{FS} ,POS _{LS})		
COUPOFS	Ausschalten ELG-Verband / Synchron- spindel- paar mit Stopp der Folgespindel			COUPOFS(FS,LS,POS _{FS})		
COUPON	ELG-Verband / Synchronspindel- paar EIN (couple ON)			COUPON(FS,LS, POS _{FS})		
COUPONC	Einschalten ELG- Verband/Synchronspindel- paar mit vorhergehender Programmierung übernehmen			COUPONC(FS,LS)		
COUPRES	ELG-Verband rücksetzen (couple reset)		Programmierte Werte ungültig; Maschinen- datenwerte gültig.	COUPRES(FS,LS)		
CP	Bahn- bewegung (continuos path)				m	49
CPRECOF ¹	Programmierbare Konturgenauigkeit AUS (contour precision OFF)				m	39
CPRECON	Programmierbare Konturgenauigkeit EIN (contour precision ON)				m	39
CROT	Kanalspezifischer Schutzbereich EIN/AUS					

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
CROTDEF	Definition eines kanalspezifischen Schutzbereichs (channel specific protection area definition)					
CR	Kreisradius (circle radius)	Real, ohne Vorzeichen			s	
CROT	Drehung des aktuellen Koordinatensystems	FRAME	Max. Parameteranzahl: 6			
CROTS	Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (Drehung in den angegebenen Achsen)			CROTS X... Y... CROTS Z... X... CROTS Y... Z... CROTS RPL= ;eigener Satz	s	
CSCALE	Maßstabsfaktor für mehrere Achsen	FRAME	Max. Parameteranzahl: 2 * Achsanzahl _{max}			
CSPLINE	Kubischer Spline				m	1
CT	Kreis mit tangentialem Übergang			CT X... Y... Z...	m	1
CTAB	Ermittle Folgeachsposition anhand der Leitachsposition aus Kurventabelle	Real	Wenn Parameter 4/5 nicht programmiert: Standard-Skalierung			
CTABDEF	Tabellendefinition EIN					
CTABDEL	Kurventabelle löschen					
CTABEND	Tabellendefinition AUS					
CTABEXISTS	Prüft die Kurventabelle mit der Nummer n		Parameter n			
CTABFNO	Anzahl der noch möglichen Kurventabellen im Speicher		memType			
CTABFPOL	Anzahl der noch möglichen Polynome im Speicher		memType			
CTABFSEG	Anzahl der noch möglichen Kurvensegmente im Speicher		memType			
CTABID	Liefert Tabellen-Nummer der nten Kurventabelle		Parameter n und memType			
CTABINV	Ermittle Leitachsposition anhand der Folgeachsposition aus Kurventabelle	Real	Siehe CTAB.			

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
CTABISLOCK	Gibt den Sperrzustand der Kurventabelle mit der Nummer n zurück		Parameter n			
CTABLOCK	Sperrern gegen Löschen und Überschreiben setzen		Parameter n, m, und memType.			
CTABMEMTYP	Gibt den Speicher zurück, in dem die Kurventabelle mit der Nummer n angelegt ist.		Parameter n			
CTABMPOL	Anzahl der maximal möglichen Polynome im Speicher		memType			
CTABMSEG	Anzahl der maximal möglichen Kurvensegmente im Speicher		memType			
CTABNO	Anzahl der definierten Kurventabellen ungeachtet vom Speichertyp		Keine Angabe der Parameter.			
CTABNOMEM	Anzahl der definierten Kurventabellen im Speicher SRAM oder DRAM		memType			
CTABPERIOD	Gibt die Tabellenperiodizität mit der Nummer n zurück		Parameter n			
CTABPOL	Anzahl der bereits verwendeten Polynome im Speicher		memType			
CTABPOLID	Anzahl der von der Kurventabelle mit der Nummer n verwendeten Kurvenpolynome		Parameter n			
CTABSEG	Anzahl der bereits verwendeten Kurvensegmente im Speicher		memType			
CTABSEGID	Anzahl der von der Kurventabelle mit der Nummer n verwendeten Kurvensegmente		Parameter n			
CTABSEV	Liefert den Endwert der Folgeachse eines Segments der Kurventabelle		Segment wird bestimmt durch LW.	R10 = CTABSEV(LW, n, grad, F Achse, L Achse)		
CTABSSV	Liefert den Startwert der Folgeachse eines Segments der Kurventabelle		Segment wird bestimmt durch LW.	R10 = CTABSSV(LW, n, grad, F Achse, L Achse)		
CTABTEP	Liefert den Wert der Leitachse am Kurventabellen-Ende		Leitwert am Ende der Kurventabelle.	R10 = CTABTEP(n, grad, L Achse)		
CTABTEV	Liefert den Wert der Folgeachse am Kurventabellen-Ende		Folgewert am Ende der Kurventabelle.	R10 = CTABTEV(n, grad, F Achse)		
CTABTMAX	Liefert Maximalwert der Folgeachse der Kurventabelle		Folgewert der Kurventabelle.	R10 = CTABTMAX(n, F Achse)		

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
CTABTMIN	Liefert Minimalwert der Folgeachse der Kurventabelle		Folgewert der Kurventabelle.	R10 = CTABTMIN(n, FAchse)		
CTABTSP	Liefert den Wert der Leitachse am Kurventabellen-Anfang		Leitwert am Anfang der Kurventabelle.	R10 = CTABTSP(n, grad, LAchse)		
CTABTSV	Liefert den Wert der Folgeachse am Kurventabellen-Anfang		Folgewert am Anfang der Kurventabelle.	R10 = CTABTSV(n, grad, FAchse)		
CTABUNLOCK	Sperrern gegen Löschen und Überschreiben aufheben		Parameter n, m, und memType			
CTRANS	Nullpunktverschiebung für mehrere Achsen	FRAME	Max. 8 Achsen.			
CUT2D ¹	2D-Werkzeugkorrektur (Cutter compensation type 2dimensional)				m	22
CUT2DF	2D-Werkzeugkorrektur (Cutter compensation type 2dimensional frame). Die Werkzeugkorrektur wirkt relativ zum aktuellen Frame (schräge Ebene).				m	22
CUT3DC	3D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen (Cutter compensation type 3dimensional circumference)				m	22
CUT3DCC	3D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen (Cutter compensation type 3dimensional circumference)				m	22
CUT3DCCD	3D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen mit Differenzwerkzeug (Cutter compensation type 3dimensional circumference)				m	22
CUT3DF	3D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen (Cutter compensation type 3dimensional face)				m	22
CUT3DFF	3D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung abhängig vom aktiven Frame (Cutter compensation type 3dimensional face frame)				m	22
CUT3DFS	3D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung unabhängig vom aktiven Frame (Cutter compensation type 3dimensional face)				m	22

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
CUTCONOF ¹	Konstante Radiuskorrektur AUS				m	40
CUTCONON	Konstante Radiuskorrektur EIN				m	40
CUTMOD	Funktion "Modifikation der Korrekturdaten bei drehbaren Werkzeugen" einschalten					
D	Werkzeugkorrektur-nummer	1, ..., 32 000	Enthält Korrekturdaten für ein best. Werkzeug T... ; D0 → Korrekturwerte für ein Werkzeug	D...		
DAC	Absolut satzweise achsspezifische Durchmesserprogrammierung		Durchmesserprogrammierung	DAC(50)	s	
DC	Absolutmaßangabe für Rundachsen, Position direkt anfahren			A=DC(...) B=DC(...) C=DC(...) SPOS=DC(...)	s	
DEF	Variablendefinition	Integer, ohne Vorzeichen				
DEFAULT	Zweig in der CASE-Verzweigung		Wird angesprungen, wenn Ausdruck keinen der angegebenen Werte erfüllt.			
DELAYFSTON	Beginn eines Stopp-Dalay-Bereichs definieren (DELAY Feed Stop ON)		Impliziert, wenn G331/G332 aktiv.		m	
DELAYFSTOF	Ende eines Stopp-Dalay-Bereichs definieren (DELAY Feed Stop OF)				m	
DELDTG	Restweglöschen (Delete distance to go)					
DELETE	Die angegebene Datei löschen. Der Dateiname kann mit Pfad und Datei-Kennung angegeben werden.		Kann alle Dateien löschen.			
DELT	Werkzeug löschen		Duplo-Nr. kann entfallen.			

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
DIACYCOFA	Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung: Aus in Zyklen		Radiusprogrammierung zuletzt akt. G-Code.	DIACYCOFA[Achse]	m	
DIAM90	Durchmesserprogrammierung für G90, Radiusprogrammierung für G91				m	29
DIAM90A	Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung für G90 und AC, Radiusprogrammierung für G91 und IC				m	
DIAMCHAN	Übernahme aller Achsen aus MD Achsfunktionen in den Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung		Durchmesserprogrammierung aus MD übernehmen.	DIAMCHAN		
DIAMCHANA	Übernahme Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung		Kanalzustand.	DIAMCHANA[Achse]		
DIAMCYCOF	Radiusprogrammierung für G90/G91: EIN. Für die Anzeige bleibt der zuletzt aktive G-Code dieser Gruppe aktiv.		Radiusprogrammierung zuletzt akt. G-Code.		m	29
DIAMOF ¹	Durchmesserprogrammierung: AUS (Diametral programming OFF) Grundstellung siehe Maschinenhersteller		Radiusprogrammierung für G90/G91.		m	29
DIAMOFA	Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung: Ein Grundstellung siehe Maschinenhersteller		Radiusprogr. für G90/G91 und AC, IC.	DIAMOFA[Achse]	m	
DIAMON	Durchmesserprogrammierung ein: EIN (Diametral programming ON)		Durchmesserprogrammierung für G90/G91.		m	29
DIAMONA	Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung: Ein Freischaltung siehe Maschinenhersteller		Durchmesserprogrammierung für G90/G91 und AC, IC.	DIAMONA[Achse]	m	
DIC	Relativ satzweise achsspezifische Durchmesserprogrammierung		Durchmesserprogrammierung.	DIC(50)	s	
DILF	Schnellabhebe-Länge				m	
DISABLE	Interrupt AUS					

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
DISC	Überhöhung Übergangskreis Werkzeug- Radiuskorrektur	0, ..., 100			m	
DISPLOF	Aktuelle Satzanzeige unterdrücken (Display OFF)					
DISPR	Repos-Bahndifferenz	Real, ohne Vorzeichen			s	
DISR	Repos-Abstand	Real, ohne Vorzeichen			s	
DITE	Gewindeauslaufweg	Real			m	
DITS	Gewindeeinlaufweg	Real			m	
DIV	Integer-Division					
DL	Werkzeugsummenkorrektur	INT			m	
DRFOF	Ausschalten der Handradverschiebungen (DRF)				m	
DRIVE ⁶	Geschwindigkeitsabhängige Bahnbeschleunigung				m	21
DRIVEA	Geknickte Beschleunigungskennlinie für die programmierten Achsen einschalten					
DYNFINISH	Dynamik für Feinschichten		Technologie G-Gruppe	DYNFINISH G1 X10 Y20 Z30 F1000	m	59
DYNNORM	Normale Dynamik wie bisher			DYNNORM G1 X10	m	59
DYNPOS	Dynamik für Positionierbetrieb, Gewindebohren			DYNPOS G1 X10 Y20 Z30 F...	m	59
DYNROUGH	Dynamik für Schruppen			DYNROUGH G1 X10 Y20 Z30 F10000	m	59
DYNSEMIFIN	Dynamik für Schlichten			DYNSEMIFIN G1 X10 Y20 Z30 F2000	m	59
EAUTO	Festlegung des letzten Splineabschnitts durch die letzten 3 Punkte (end not a knot)				m	20
EGDEF	Definition eines elektronischen Getriebes (electronic gear define)		Für 1 Folge- achse mit bis zu 5 Leitachsen.			
EGDEL	Kopplungsdefinition für die Folgeachse löschen (electronic gear delete)		Löst Vorlauf- stopp aus.			

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
EGOFC	Elektronisches Getriebe kontinuierlich ausschalten (electronic gear OFF continuous)					
EGOFS	Elektronisches Getriebe selektiv ausschalten (electronic gear OFF selectiv)					
EGON	Elektronisches Getriebe einschalten (electronic gear ON)		Ohne Syn- chronisation.			
EGONSYN	Elektronisches Getriebe einschalten (electronic gear ON synchronized)		Mit Syn- chronisation.			
EGONSYNE	Elektronisches Getriebe einschalten, mit Vorgabe von Anfahrmodus (electronic gear ON synchronized)		Mit Syn- chronisation.			
ELSE	Programmverzweigung, wenn IF- Bedingung nicht erfüllt					
ENABLE	Interrupt EIN					
ENAT ¹	Natürlicher Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz (end natural)				m	20
ENDFOR	Endezeile der FOR-Zählschleife					
ENDIF	Endezeile der IF-Verzweigung					
ENDLOOP	Endezeile der Endlos-Programmschleife LOOP					
ENDPROC	Endezeile eines Programms mit der Anfangszeile PROC					
ENDWHILE	Endezeile der WHILE-Schleife					
ETAN	Tangentialem Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz bei Spline-Beginn (end tangential)				m	20
EVERY	Synchronaktion ausführen, wenn Bedingung von FALSE nach TRUE übergeht					
EXECSTRING	Übergabe einer String-Variablen mit der auszuführenden Teileprogrammzeile		Indirekte Teile- programmzeile.	EXECSTRING(MFCT1 << M4711)		
EXECTAB	Ein Element aus einer Bewegungstabelle abarbeiten (Execute table)					

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
EXECUTE	Programmausführung EIN		Aus dem Referenzauflösungsmodus oder nach Aufbau eines Schutzbereichs zur normalen Programmbearbeitung zurückschalten.			
EXP	Exponentialfunktion e ^x	Real				
EXTCALL	Externes Unterprogramm abarbeiten		Programm von HMI im Modus "Abarbeiten von Extern" nachladen.			
EXTERN	Bekanntmachung eines Unterprogramms mit Parameterübergabe					
F	Vorschubwert (in Verbindung mit G4 wird unter F auch die Verweilzeit programmiert)	0.001, ..., 99999.999	Bahngeschw. Werkzeug/ Werkstück; Maßeinheit in mm/min oder mm/Umdr. in Abhängigkeit von G94 oder G95.	F=100 G1 ...		
FA	Axialer Vorschub (feed axial)	0.001, ..., 999999.999 mm/min, Grad/min; 0.001, ..., 39999.9999 inch/min		FA[X]=100	m	
FAD	Zustell-Vorschub für Weiches An- und Abfahren (Feed approach/depart)	Real, ohne Vorzeichen				
FALSE	Logische Konstante: falsch	BOOL	Ersetzbar durch Integer-Konstante 0.			

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
FCTDEF	Polynomfunktion definieren		Wird in SYNFACT oder PUTFTOCF ausgewertet.			
FCUB	Vorschub nach kubischem Spline veränderlich (feed cubic)		Wirkt auf Vorschub mit G93 und G94.		m	37
FD	Bahnvorschub für Handradüberlagerung (feed DRF)	Real, ohne Vorz.			s	
FDA	Axialer Vorschub für Handradüberlagerung (feed DRF axial)	Real, ohne Vorz.			s	
FENDNORM	Eckenverzögerung AUS				m	57
FFWOF ¹	Vorsteuerung AUS (feed forward OFF)				m	24
FFWON	Vorsteuerung Ein (feed forward ON)				m	24
FGREF	Bezugsradius bei Rundachsen oder Bahnbezugsfaktoren bei Orientierungsachsen (Vektorinterpolation)		Bezugsgröße Effektivwert		m	
FGROUP	Festlegung der Achse(n) mit Bahnvorschub		F gilt für alle unter FGROUP angegebenen Achsen.	FGROUP (Achse1, [Achse2], ...)		
FIFOCTRL	Steuerung des Vorlaufpuffers				m	4
FIFOLEN	Programmierbare Vorlauftiefe (preprocessing depth)					
FILEDATE	Liefert Datum des zuletzt schreiben Zugriffs auf die Datei	STRING, Länge 8	Format ist "dd.mm.yy".			
FILEINFO	Liefert Summe von FILEDATE, FILESIZE, FILESTAT und FILETIME zusammen	STRING, Länge 32	Format "rwxsd nnnnnnnn dd. hh:mm:ss".			
FILESIZE	Liefert aktuelle Größe der Datei	Typ INT	In BYTE.			
FILESTAT	Liefert Filestatus der Rechte Lesen, Schreiben, Execute, Anzeigen, Löschen (rwxsd)	STRING, Länge 5	Format ist "rwxsd".			

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
FILETIME	Liefert Uhrzeit des zuletzt schreibenen Zugriffs auf die Datei	STRING, Länge 8	Format ist "dd:mm:yy".			
FINEA	Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Fein"			FINEA=... oder FINEA[n]=...	m	
FL	Grenzgeschwindigkeit für Synchronachsen (feed limit)	Real, ohne Vorzeichen	Es gilt die mit G93, G94, G95 eingestellte Einheit (max. Eilgang).	FL [Achse] =...	m	
FLIN	Vorschub linear veränderlich (feed linear)		Wirkt auf Vorschub mit G93 und G94.		m	37
FMA	Mehrere Vorschübe axial (feed multiple axial)	Real, ohne Vorzeichen			m	
FNORM ¹	Vorschub normal nach DIN66025 (feed normal)				m	37
FOCOF	Fahren mit begrenztem Moment/Kraft ausschalten				m	
FOCON	Fahren mit begrenztem Moment/Kraft einschalten				m	
FOR	Zählschleife mit fester Anzahl von Durchläufen					
FP	Festpunkt: Nummer des anzufahrenden Festpunkts	Integer, ohne Vorzeichen		G75 FP=1	s	
FPO	Über ein Polynom programmierter Vorschubverlauf (feed polynomial)	Real	Quadratischer, kubischer Polynomkoeffizient.			
FPR	Kennzeichnung Rundachse	0.001, ..., 999999.999		FPR (Rundachse)		
FPRAOF	Umdrehungsvorschub ausschalten					
FPRAON	Umdrehungsvorschub einschalten					

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
FRAME	Datentyp zur Festlegung des Koordinatensystems		Enthält pro Geometrieachse: Verschiebung, Drehung, Scherungswinkel, Skalierung, Spiegelung; Pro Zusatzachse: Verschiebung, Skalierung, Spiegelung			
FRC	Vorschub für Radius und Fase				s	
FRCM	Vorschub für Radius und Fase modal				m	
FTOC	Werkzeugfeinkorrektur ändern		Abhängig von einem mit FCTDEF festgelegten Polynom 3. Grades.			
FTOCOF ¹	Online wirksame Werkzeugfeinkorrektur AUS (fine tool offset OFF)				m	33
FTOCON	Online wirksame Werkzeugfeinkorrektur EIN (fine tool offset ON)				m	33
FXS	Fahren auf Festanschlag ein (fixed stop)	Integer, ohne Vorzeichen	1 = anwählen, 0 = abwählen		m	
FXST	Momentgrenze für Fahren auf Festanschlag (fixed stop torque)	%	Angabe optional		m	
FXSW	Überwachungsfenster für Fahren auf Festanschlag (fixed stop window)	mm, inch oder Grad	Angabe optional			

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
G	G-Funktion (Wegbedingung) Die G-Funktionen sind in G-Gruppen eingeteilt. Es kann nur eine G-Funktion einer Gruppe in einem Satz geschrieben werden. Eine G-Funktion kann modal wirksam sein (bis auf Widerruf durch eine andere Funktion derselben Gruppe), oder sie ist nur für den Satz wirksam, in dem sie steht (satzweise wirksam).	Nur ganzzahlige, vorgegebene Werte		G...		
G0	Linearinterpolation mit Eilgang (Eilgangsbewegung)		Bewegungs- befehle	G0 X... Z...	m	1
G1 ¹	Linearinterpolation mit Vorschub (Geradeninterpolation)			G1 X... Z... F...	m	1
G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn			G2 X... Z... I... K... F... ;Mittel- und Endpunkt G2 X... Z... CR=... F... ;Radius und Endpunkt G2 AR=... I... K... F... ;Öffnungswinkel und ;Mittelpunkt G2 AR=... X... Z... F. ;Öffnungswinkel und ;Endpunkt	m	1
G3	Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn		G3 ... ; sonst wie bei G2	m	1	
G4	Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt		Spezielle Bewegung	G4 F... ; Verweilzeit in s oder G4 S... ; Verweilzeit in Spindelumdrehung. ; Eigener Satz	s	2
G5	Schrägeinstechschleifen		Schrägeinstechen		s	2
G7	Ausgleichsbewegung beim Schrägeinstechschleifen		Startposition		s	2

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
G9	Genauhalt - Geschwindigkeitsabnahme				s	11
G17 ¹	Wahl der Arbeitsebene X/Y		Zustellrichtung Z		m	6
G18	Wahl der Arbeitsebene Z/X		Zustellrichtung Y		m	6
G19	Wahl der Arbeitsebene Y/Z		Zustellrichtung X		m	6
G25	Untere Arbeitsfeldbegrenzung		Wertzuweisung in Kanalachsen.	G25 X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
G26	Obere Arbeitsfeldbegrenzung			G26 X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
G33	Gewindeinterpolation mit konstanter Steigung	0.001, ..., 2000.00 mm/U	Bewegungs- befehl	G33 Z... K... SF=... ; Zylindergewinde G33 X... I... SF=... ; Plangewinde G33 Z... X... K... SF=... ; Kegeltgewinde (in Z-Achse Weg größer als in X Achse) G33 Z... X... I... SF=... ; Kegeltgewinde (in X-Achse Weg größer als in Z-Achse)	m	1
G34	Linear progressive Geschwindigkeitsänderung [mm/U ²]		Bewegungs- befehl	G34 X... Y... Z... I... J... K... F...	m	1
G35	Linear degressive Geschwindigkeitsänderung [mm/U ²]		Bewegungs- befehl	G35 X... Y... Z... I... J... K... F...	m	1
G40 ¹	Werkzeugradiuskorrektur AUS				m	7
G41	Werkzeugradiuskorrektur links von der Kontur				m	7
G42	Werkzeugradiuskorrektur rechts von der Kontur				m	7
G53	Unterdrückung der aktuellen Nullpunktverschiebung (satzweise)		Inkl. pro- grammierter Verschiebun- gen.		s	9

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
G54	1.Einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G55	2. Einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G56	3. Einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G57	4. Einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G58	Axiale programmierbare Nullpunktverschiebung absolut				s	3
G59	Axiale programmierbare Nullpunktverschiebung additiv				s	3
G60 ¹	Genauhalt - Geschwindigkeitsabnahme				m	10
G62	Eckenverzögerung an Innenecken bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur (G41, G42)		Nur zusammen mit Bahn- steuerbetrieb.	G62 Z... G1	m	57
G63	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter			G63 Z... G1	s	2
G64	Genauhalt - Bahnsteuerbetrieb				m	10
G70	Maßangabe in Inch (Längen)				m	13
G71 ¹	Metrische Maßangabe (Längen)				m	13
G74	Referenzpunktanfahren			G74 X... Z... ;eigener Satz	s	2
G75	Festpunktanfahren		Maschinen- achsen	G75 FP=.. X1=... Z1=... ;eigener Satz	s	2
G90 ¹	Maßangabe absolut			G90 X... Y... Z...(...) Y=AC(...) oder X=AC Z=AC(...)	m s	14
G91	Kettenmaßangabe			G91 X... Y... Z... oder X=IC(...) Y=IC(...) Z=IC(...)	m s	14
G93	Zeitreziproker Vorschub 1/min		Abfahren eines Satzes: Zeitdauer	G93 G01 X... F...	m	15
G94 ¹	Linearevorschub F in mm/min oder inch/min und °/min				m	15
G95	Umdrehungsvorschub F in mm/U oder inch/U				m	15
G96	konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G95) EIN			G96 S... LIMS=... F...	m	15
G97	konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G95) AUS				m	15

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
G110	Polprogrammierung relativ zur letzten programmierten Sollposition			G110 X... Y... Z...	s	3
G111	Polprogrammierung relativ zum Nullpunkt des aktuellen Werkstück-Koordinatensystems			G110 X... Y... Z...	s	3
G112	Polprogrammierung relativ zum letzten gültigen Pol			G110 X... Y... Z...	s	3
G140 ¹	Anfahrriichtung WAB festgelegt durch G41/G42				m	43
G141	Anfahrriichtung WAB links der Kontur				m	43
G142	Anfahrriichtung WAB rechts der Kontur				m	43
G143	Anfahrriichtung WAB tangentialabhängig				m	43
G147	Weiches Anfahren mit Gerade				s	2
G148	Weiches Abfahren mit Gerade				s	2
G153	Unterdrückung aktueller Frames inklusive Basisframe		Inkl. Systemframe.		s	9
G247	Weiches Anfahren mit Viertelkreis				s	2
G248	Weiches Abfahren mit Viertelkreis				s	2
G290	Umschalten auf SINUMERIK-Mode EIN				m	47
G291	Umschalten auf ISO2/3-Mode EIN				m	47
G331	Gewindebohren	±0.001, ..., 2000.00 mm/U	Bewegungs- befehle		m	1
G332	Rückzug (Gewindebohren)				m	1
G340 ¹	Anfahrersatz räumlich (Tiefe und in der Ebene zugleich (Helix))		Wirkt beim weichen An- bzw. Abfahren.		m	44
G341	Zuerst in der senkrechten Achse zustellen (z), dann Anfahren in der Ebene		Wirkt beim weichen An- bzw. Abfahren.		m	44
G347	Weiches Anfahren mit Halbkreis				s	2
G348	Weiches Abfahren mit Halbkreis				s	2
G450 ¹	Übergangskreis		Eckenverhalten bei Werkzeug-radiuskorrektur.		m	18
G451	Schnittpunkt der Äquidistanten				m	18
G460 ¹	Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrersatz ein				m	48

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
G461	Randsatz mit Kreisbogen verlängern, wenn kein Schnittpunkt im WRK-Satz		m	48
G462	Randsatz mit Gerade verlängern, wenn ...				m	48
G500 ¹	Ausschalten aller einstellbaren Frames, wenn in G500 kein Wert steht				m	8
G505 ... G599	5 ... 99. Einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G601 ¹	Satzwechsel bei Genauhalt fein		Wirksam nur: - bei akt. G60 oder - bei G9 mit programmierbarem Übergangverschleifen		m	12
G602	Satzwechsel bei Genauhalt grob				m	12
G603	Satzwechsel bei IPO-Satzende				m	12
G641	Genauhalt - Bahnsteuerbetrieb			G641 ADIS=...	m	10
G642	Überschleifen mit axialer Genauigkeit				m	10
G643	Satzinternes Überschleifen				m	10
G644	Überschleifen mit Vorgabe der Achsdynamik				m	10
G621	Eckenverzögerung an allen Ecken		Nur zusammen mit Bahnsteuerbetrieb.	G621 ADIS=...	m	57
G700	Maßangabe in Inch und Inch/min (Längen + Geschwindigkeiten + Systemvariable)				m	13
G710 ¹	Metrische Maßangabe in mm und mm/min (Längen + Geschwindigkeiten + Systemvariable)				m	13
G810 ¹ , ..., G819	Für den OEM-Anwender reservierte G-Gruppe					31
G820 ¹ , ..., G829	Für den OEM-Anwender reservierte G-Gruppe					32
G931	Vorschubvorgabe durch Verfahzeit		Verfahzeit		m	15
G942	Linear-Vorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren				m	15
G952	Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren				m	15

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
G961	konstante Schnittgeschwindigkeit und Linear-Vorschub		Vorschubtyp wie bei G94.	G961 S... LIMS=... F...	m	15
G962	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit				m	15
G971	Spindeldrehzahl einfrieren und Linear-Vorschub		Vorschubtyp wie bei G94.		m	15
G972	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Spindeldrehzahl einfrieren				m	15
G973	Umdrehungsvorschub ohne Spindeldrehzahlbegrenzung		G97 ohne LIMS für ISO-Mode.		m	15
GEOAX	Den Geometrieachsen 1 - 3 neue Kanalachsen zuordnen		Ohne Parameter: MD-Festlegung wirksam.			
GET	Maschinen-Achse(n) belegen		Achse muss mit RELEASE im anderen Kanal freigegeben werden.			
GETD	Maschinen-Achse(n) direkt belegen		Siehe GET.			
GETACTT	Aktives Werkzeug aus einer Gruppe von gleichnamigen Werkzeugen bestimmen					
GETSELT	Vorgewählte T-Nummer liefern					
GETT	T-Nummer zu Werkzeugnamen bestimmen					
GOTO	Sprunganweisung erst vorwärts dann rückwärts (Richtung erst zum Programm-Ende und dann zum Programm-Anfang)		Im Teileprogramm und auch in Technologiezyklen anwendbar.	GOTO (Label, Satz-Nr.) Labels müssen im Unterprogramm vorhanden sein.		
GOTOC	Wie GOTO + Alarm 14080 "Sprungziel nicht gefunden" unterdrücken					
GOTOB	Sprunganweisung rückwärts (Richtung Programm-Anfang)			GOTOB (Label, Satz-Nr.)		
GOTOF	Sprunganweisung vorwärts (Richtung Programm-Ende)			GOTOF (Label, Satz-Nr.)		

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
GOTOS	Rücksprung auf Programmanfang			GOTOS		
GP	Schlüsselwort zur indirekten Programmierung von Positionsattributen			z. B. X=GP(...)		
GWPSOF	Konst. Scheibenumfangsgeschwindigkeit (SUG) abwählen			GWPSOF (T-Nr.)	s	
GWPSON	Konst. Scheibenumfangsgeschwindigkeit (SUG) anwählen			GWPSON (T-Nr.)	s	
H...	Hilfsfunktionsausgabe an die PLC	Real/INT Progr.: REAL: 0 ... +/- 3.4028 exp38 INT: -2147483646 ... +2147483647 Anzeige: ± 999 999 999,9999	Per MD einstellbar (Maschinenhersteller).	H100 oder H2=100		
I ⁴	Interpolationsparameter	Real			s	
I1	Zwischenpunktcoordinate	Real			s	
IC	Kettenmaßeingabe	0, ..., ±99999.999°		X=IC(10)	s	
ICYCOF	Alle Sätze eines Technologiezyklus nach ICYCOF in einem IPO-Takt abarbeiten		Nur innerhalb der Programm-ebene.			
ICYCON	Jeder Satz eines Technologiezyklus nach ICYCON in einem separaten IPO-Takt.		Nur innerhalb der Programm-ebene.			
IDS	Kennzeichnung statischer Synchronaktionen					
IF	Einleitung eines bedingten Sprungs im Teileprogramm / Technologiezyklus		Struktur: IF - ELSE - ENDIF	IF (Bedingung)		

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
INCCW	Fahren auf einer Kreisevolvente gegen den Uhrzeigersinn mit Interpolation der Evolvente durch G17/G18/G19	Real	Endpunkt: Mittelpunkt: Radius mit CR > 0: Drehwinkel in Grad zwischen Start- und Endvektor	INCW/INCCW X... Y... Z... INCW/INCCW I... J... K... INCW/INCCW CR=... AR... Direkte Programmierung: INCW/INCCW I... J... K... CR=... AR=...	m	1
INCW	Fahren auf einer Kreisevolvente im Uhrzeigersinn mit Interpolation der Evolvente durch G17/G18/G19	Real			m	1
INDEX	Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen	0, ..., INT	String: 1. Parameter Zeichen: 2. Parameter			
INIT	Baustein zur Abarbeitung in einem Kanal anwählen		Kanalnummer 1-10 oder \$MC_CHAN_ NAME	INIT(1,1,2) oder INIT(CH_X, CH_Y)		
INT	Datentyp: Ganzzahliger Wert mit Vorzeichen	- (2 ³¹ -1), ..., 2 ³¹ -1				
INTERSEC	Schnittpunkt zwischen zwei Konturelementen berechnen und Schnittpunktstatus TRUE in ISPOINT angeben	VAR REAL [2]	ISPOINT Fehlerstatus: BOOL FALSE	ISPOINTS= INTERSEC (TABNAME1[n1], TABNAME2[n2], ISTCOORD, MODE)		
IP	Variabler Interpolationsparameter (Interpolation Parameter)	Real				
IPOBRKA	Bewegungskriterium ab Einsatzpunkt der Bremsrampe		Bremsrampe bei 100% bis 0%.	IPOBRKA=.. oder IPOBRKA(<Achse>[,RE AL])	m	
IPOENDA	Bewegungsende beim Erreichen von "IPO-Stop"			IPOENDA=.. oder IPOENDA[n]..	m	

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
IPTRLOCK	Beginn des suchunfähigen Programmabschnitts auf nächsten Maschinenfunktionssatz einfrieren.		Unterbrechungszeiger einfrieren.		m	
IPTRUNLOCK	Ende des suchunfähigen Programmabschnitts auf aktuellen Satz zum Unterbrechungszeitpunkt setzen.		Unterbrechungszeiger setzen.		m	
ISAXIS	Prüfen, ob die als Parameter angegebene Geometrieachse 1 ist	BOOL				
ISD	Eintauchtiefe (insertion depth)	Real			m	
ISFILE	Prüfen, ob eine Datei im NCK-Anwendungsspeicher vorhanden ist	BOOL	Liefert Ergebnis vom Typ BOOL.	RESULT=ISFILE("Testfile") IF (RESULT==FALSE)		
ISNUMBER	Prüfen, ob Eingangsstring in Zahl umgewandelt werden kann	BOOL	Eingangsstring in Zahl umwandeln.			
ISPOINTS	Ermittelt von ISTAB mögliche Schnittpunkte zwischen zwei Konturen in der aktuellen Ebene	INT	Bearbeitungsart MODE (optional).	STATE=ISPOINTS (KTAB1[n1], KTAB2[n2], ISTAB, [MODE])		
ISVAR	Prüfen, ob der Übergabeparameter eine in der NC bekannte Variable enthält	BOOL	Maschinendaten, Settingdaten und Variable wie GUD's.			
J ⁴	Interpolationsparameter	Real			s	
J1	Zwischenpunktcoordinate	Real			s	
JERKA	Über MD eingestelltes Beschleunigungsverhalten für die programmierten Achsen aktivieren					
JERKLIMA	Reduktion oder Überhöhung des maximalen axialen Rucks (jerk axial)	1, ..., 200	Gültigkeitsbereich ist 1 bis 200%	JERKLIMA[X]= ...[%]	m	
K ⁴	Interpolationsparameter	Real			s	
K1	Zwischenpunktcoordinate	Real			s	

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
KONT	Kontur umfahren bei der Werkzeugkorrektur				m	17
KONTC	Mit krümmungsstetigem Polynom an-/abfahren				m	17
KONTT	Mit tangenzenstetigem Polynom an-/abfahren				m	17
L	Unterprogramm-Nummer	Integer, bis zu 7 Stellen		L10	s	
LEAD	Voreilwinkel	Real			m	
LEADOF	Leitwerkkopplung AUS (lead off)					
LEADON	Leitwerkkopplung EIN (lead on)					
LFOF ¹	Unterbrechung von Gewindeschneiden AUS				m	41
LFON	Unterbrechung von Gewindeschneiden EIN				m	41
LFPOS	Axiales Abheben auf eine Position				m	46
LFTXT ¹	Werkzeugrichtung beim Abheben tangential				m	46
LFWP	Werkzeugrichtung beim Abheben nicht tangential				m	46
LIFTFAST	Schnellabheben vor Aufruf der Interruptroutine					
LIMS	Drehzahlbegrenzung bei G96/G961 und G97 (limit spindle speed)	0.001, ..., 99 999. 999			m	
LN	Natürlicher Logarithmus	Real				
LOCK	Synchronaktion mit ID sperren (Technologiezyklus stoppen)					
LOG	(Zehner-)Logarithmus	Real				
LOOP	Einleitung einer Endlosschleife		Struktur: LOOP - ENDLOOP			

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
M...	Schalthandlungen	INT Anzeige: 0, ..., 999 999 999 Programm: 0, ..., 2147483647	Max. 5 freie M-Funktionen vom Maschinen- hersteller festzulegen.			
M0 ⁶	Programmierter Halt					
M1 ⁶	Wahlweiser Halt					
M2 ⁶	Programmende Hauptprogramm mit Rücksetzen auf Programmanfang					
M3	Spindeldrehrichtung rechts für Masterspindel					
M4	Spindeldrehrichtung links für Masterspindel					
M5	Spindel halt für Masterspindel					
M6	Werkzeugwechsel					
M17 ⁶	Unterprogrammende					
M19	Bei SSL aufgesammelte Spindelprogrammierungen					
M30 ⁶	Programmende, wie M2					
M40	Automatische Getriebebeschaltung					
M41... M45	Getriebestufe 1, ..., 5					
M70	Übergang in Achsbetrieb					
MASLDEF	Master/Slave-Achsverband definieren					
MASLDEL	Master/Slave-Achsverband trennen und Definition des Verbandes löschen					
MASLOF	Ausschalten einer temporären Kopplung					
MASLOFS	Ausschalten einer temporären Kopplung mit automatischem Stillsetzen der Slave- Achse					
MASLON	Einschalten einer temporären Kopplung					
MAXVAL	Größerer Wert zweier Variablen (arithm. Funktion)	Real	Gleichheit liefert gleichen Wert.	ValMax = MAXVAL(Var1, Var2)		

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
MCALL	Modaler Unterprogrammaufruf		Ohne Unterprogrammnamen: Abwahl			
MEAC	Kontinuierliches Messen ohne Restweglöschen	Integer, ohne Vorzeichen			s	
MEAFRAME	Frame-Berechnung aus Messpunkten	FRAME				
MEAS	Messen mit schaltendem Taster (measure)	Integer, ohne Vorzeichen			s	
MEASA	Messen mit Restweglöschen				s	
MEAW	Messen mit schaltendem Taster ohne Restweglöschen (measure without deleting distance to go)	Integer, ohne Vorzeichen			s	
MEAWA	Messen ohne Restweglöschen				s	
MI	Zugriff auf Frame-Daten: Spiegelung (mirror)				MI	
MINDEX	Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen	0, ..., INT	String: 1. Parameter Zeichen: 2. Parameter			
MINVAL	Kleinerer Wert zweier Variablen (Arithmet. Funktion)	Real	Gleichheit liefert gleichen Wert.	ValMin = MINVAL(Var1, Var2)		
MIRROR	Programmierbare Spiegelung			MIRROR X0 Y0 Z0 ;eigener Satz	s	3
MMC	Aus dem Teileprogramm interaktiv Dialogfenster am HMI aufrufen	STRING				
MOD	Modulo-Division					
MODAXVAL	Modulo-Position einer Modulo-Rundachse ermitteln	Real				

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
MOV	Positionierachse starten (start moving positioning axis)	Real				
MSG	Programmierbare Meldungen			MSG("Meldung")	m	
N	Satznummer - Nebensatz	0, ..., 9999 9999 nur ganzzahlig, ohne Vorzeichen	Kann zur Kennzeichnung von Sätzen mit einer Nummer verwendet werden; steht am Anfang eines Satzes.	z. B. N20		
NCK	Spezifizierung des Gültigkeitsbereichs von Daten		Pro NCK einmal vorhanden.			
NEWCONF	Geänderte Maschinendaten übernehmen. Entspricht Maschinendatum wirksam setzen.		Auch über Softkey über HMI möglich.			
NEWT	Neues Werkzeug anlegen		Duplo-Nr. kann entfallen.			
NORM ¹	Normaleinstellung im Anfangs-, Endpunkt bei der Werkzeugkorrektur				m	17
NOT	Logisches NICHT (Negation)					
NPROT	Maschinenspezifischer Schutzbereich EIN/AUS					
NPROTDEF	Definition eines maschinenspezifischen Schutzbereichs (NCK specific protection area definition)					
NUMBER	Eingangstring in Zahl umwandeln	Real				
OEMIPO1 ⁵	OEM-Interpolation 1				m	1
OEMIPO2 ⁵	OEM-Interpolation 2				m	1
OF	Schlüsselwort in der CASE-Verzweigung					
OFFN	Aufmaß zur programmierten Kontur			OFFN=5		
OMA1	OEM-Adresse 1	Real			m	
OMA2	OEM-Adresse 2	Real			m	
OMA3	OEM-Adresse 3	Real			m	
OMA4	OEM-Adresse 4	Real			m	
OMA5	OEM-Adresse 5	Real			m	

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
OFFN	Offsetkorrektur - normal	Real			m	
OR	Logisches ODER					
ORIC ¹	Orientierungsänderungen an Außenecken werden dem einzufügenden Kreissatz überlagert (orientation change continuously)				m	27
ORID	Orientierungsänderungen werden vor dem Kreissatz ausgeführt (orientation change discontinuously)				m	27
ORIXPOS	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen mit Rundachspalten				m	50
ORIEULER	Orientierungswinkel über Euler-Winkel				m	50
ORIXES	Lineare Interpolation der Maschinenachsen oder Orientierungsachsen		Endorientierung: Angabe Vektor A3, B3, C3 oder Euler-/RPY-Winkel A2, B2, C2	Parametrierung wie folgt: Richtungsvektoren normiert A6=0 B6=0 C6=1	m	51
ORICONCW	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im Uhrzeigersinn		Zusatzangaben: Drehvektoren A6, B6, C6	Öffnungswinkel erfolgt als Verfahrwinkel mit NUT=...	m	51
ORICONCCW	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im Gegenuhrzeigersinn			NUT=+... bei ≤ 180 Grad	m	51
ORICONIO	Interpolation auf einer Kreismantelfläche mit Angabe einer Zwischenorientierung			NUT= -... bei ≥ 180 Grad	m	51
ORICONTO	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im tangentialen Übergang (Angabe der Endorientierung)		Öffnungswinkel des Kegels in Grad: 0 < NUT < 180	Zwischenorientierung normiert A7=0 B7=0 C7=1	m	51
ORICURVE	Interpolation der Orientierung mit Vorgabe der Bewegung zweier Kontaktpunkte des Werkzeugs		Zwischenvektoren: A7, B7, C7		m	51
ORIPANE	Interpolation in einer Ebene (entspricht ORIVECT) Großkreisinterpolation		Kontaktpunkt des Werkzeugs: XH, YH, ZH		m	51
ORIPATH	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn		Transformationspaket Handling (siehe /FB3/ TE4).		m	51

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
ORIPATHS	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn, ein Knick im Orientierungsverlauf wird geglättet		Bezogen relativ zur gesamten Bahn.		m	51
ORIROTA	Drehwinkel zu einer absolut vorgegebenen Drehrichtung				m	54
ORIROTC	Tangentialem Drehvektor zur Bahntangente		Bezogen zur Bahntangente.		m	54
ORIROTR	Drehwinkel relativ zur Ebene zwischen Start- und Endorientierung				m	54
ORIROTT	Drehwinkel relativ zur Änderung des Orientierungsvektors				m	54
ORIRPY	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (XYZ)		Drehreihenfolge XYZ		m	50
ORIRPY2	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (ZYX)		Drehreihenfolge ZYX		m	50
ORIS	Orientierungsänderung (orientation smoothing factor)	Real	Bezogen auf die Bahn.		m	
ORIVECT	Großkreisinterpolation (identisch mit ORIPLANE)				m	51
ORIVIRT1	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)				m	50
ORIVIRT2	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)				m	50
ORIMKS	Werkzeugorientierung im Maschinen-Koordinatensystem (tool orientation in machine coordinate system)				m	25
ORIRESET	Grundstellung der Werkzeugorientierung mit bis zu 3 Orientierungsachsen		Parameter optional (REAL)	ORIRESET(A,B,C)		
ORIWKS ¹	Werkzeugorientierung im Werkstück-Koordinatensystem (tool orientation in workpiece coordinate system)				m	25
OS	Pendeln ein/aus	Integer, ohne Vorzeichen				
OSB	Pendeln: Startpunkt				m	
OSC	Konstante Glättung Werkzeugorientierung				m	34

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
OSCILL	Achszuordnung für Pendeln - Pendeln einschalten		Axis: 1 - 3 Zustellachsen		m	
OSCTRL	Optionen Pendeln	Integer, ohne Vorzeichen			m	
OSD	Überschleifen der Werkzeugorientierung durch Vorgabe der Überschleiflänge mit SD		Satzintern		m	34
OSE	Pendeln: Endpunkt				m	
OSNSC	Pendeln: Ausfunkenzahl (oscillating: number spark out cycles)				m	
OSOF ¹	Glättung der Werkzeugorientierung AUS				m	34
OSP1	Pendeln: linker Umkehrpunkt (oscillating: Position 1)	Real			m	
OSP2	Pendeln: rechter Umkehrpunkt (oscillating: Position 2)	Real			m	
OSS	Glättung der Werkzeugorientierung am Satzende				m	34
OSSE	Glättung der Werkzeugorientierung am Satzanfang und Satzende				m	34
OST	Überschleifen der Werkzeugorientierung durch Vorgabe der Winkeltoleranz in Grad mit dem SD (maximale Abweichung vom programmiert. Orientierungsverlauf)		Satzintern		m	34
OST1	Pendeln: Haltepunkt im linken Umkehrpunkt	Real			m	
OST2	Pendeln: Haltepunkt im rechten Umkehrpunkt	Real			m	
OVR	Drehzahlkorrektur (Override)	1, ..., 200%			m	
OVRA	Axiale Drehzahlkorrektur (Override)	1, ..., 200%			m	
OVRRAP	Eilgang-Korrektur (Override)	1, ..., 100%			m	

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
P	Anzahl Unterprogramm-durchläufe	1, ..., 9999 Integer ohne Vorzeichen		z. B. L781 P... ;eigener Satz		
PCALL	Unterprogramme mit absoluter Pfadangabe und Parameterübergabe aufrufen		Kein absoluter Pfad. Verhalten wie CALL.			
PAROT	Werkstückkoordinatensystem am Werkstück ausrichten				m	52
PAROTOF	Werkstückbezogene Framedrehung ausschalten				m	52
PDELAYOF	Verzögerung beim Stanzen AUS (punch with delay OFF)				m	36
PDELAYON ¹	Verzögerung beim Stanzen EIN (punch with delay ON)				m	36
PL	Parameter-Intervall-Länge	Real, ohne Vorzeichen			s	
PM	pro Minute		Vorschub pro Minute.			
PO	Polynom	Real, ohne Vorzeichen			s	
POLF	Position LIFTFAST	Real, ohne Vorzeichen	Geometrie-achse im WKS, sonst MKS.	POLF[Y]=10 Zielposition der Rückzugsachse	m	
POLFA	Rückzugsposition von Einzelachsen mit \$AA_ESR_TRIGGER starten		Für Einzelachsen.	POLFA(AX1, 1, 20.0)	m	
POLFMASK	Achsen für den Rückzug ohne Zusammenhang zwischen den Achsen freigeben		Selektierte Achsen	POLFMASK(AX1, AX2, ...)	m	
POLFMLIN	Achsen für den Rückzug mit linearen Zusammenhang zwischen den Achsen freigeben		Selektierte Achsen	POLFMLIN(AX1, AX2, ...)	m	
POLY	Polynom-Interpolation				m	1

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
POLYPATH	Polynom-Interpolation selektierbar für die Achsgruppen AXIS oder VECT			POLYPATH ("AXES") POLYPATH ("VECT")	m	1
PON	Stanzen EIN (punch ON)				m	35
PONS	Stanzen EIN im IPO-Takt (punch ON slow)				m	35
POS	Achse positionieren			POS[X]=20		
POSA	Achse positionieren über Satzgrenze			POSA[Y]=20		
POSP	Positionieren in Teilstücken (Pendeln) (position axis in parts)	Real: Endposition, Teillänge; Integer: Option				
POT	Quadrat (Arithmetische Funktion)	Real				
PR	Pro Umdrehung (per Revolution)			Umdrehungs-vorschub		
PRESETON	Istwertsetzen für programmierte Achsen		Es wird jeweils ein Achsbezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert. Bis zu 8 Achsen möglich.	PRESETON(X,10,Y,4.5)		
PRIO	Schlüsselwort zum Setzen der Priorität bei der Behandlung von Interrupts					
PROC	Erste Anweisung eines Programms			Satznummer - PROC - Bezeichner		
PTP	Punkt zu Punkt Bewegung (point to point)		Synchronachse		m	49
PTPG0	Punkt zu Punkt Bewegung nur bei G0, sonst CP		Synchronachse		m	49

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
PUTFTOC	Werkzeugfeinkorrektur für paralleles Abrichten (continuous dressing) (Put Fine Tool Correction)		Kanalnummer 1-10 oder \$MC_CHAN_NAME	PUTFTOC(1,1,2) oder PUTFTOC(CH_name)		
PUTFTOCF	Werkzeugfeinkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCtDEF festgelegten Funktion für paralleles Abrichten (continuous dressing) (put fine tool correction function dependant)		Kanalnummer 1-10 oder \$MC_CHAN_NAME	PUTFTOCF(1,1,2) oder PUTFTOCF(CH_name)		
PW	Punkt-Gewicht (point weight)	Real, ohne Vorzeichen			s	
QECLRNOF	Quadrantenfehlerkompensation lernen AUS (quadrant error compensation learning OFF)					
QECLRNON	Quadrantenfehlerkompensation lernen EIN (quadrant error compensation learning ON)					
QU	Schnelle Zusatz-(Hilfs-)funktionsausgabe					
R...	Rechenparameter auch als einstellbarer Adressbezeichner und mit numerischer Erweiterung	± 0.0000001, ..., 9999 9999	R-Parameteranzahl ist über MD einstellbar.	R10=3 ;R-Parameterzuweisung X=R10 ;Achswert R[R10]=6 ;indirekte Program.		
RAC	Absolut satzweise achsspezifische Radiusprogrammierung		Radiusprogrammierung	RAC(50)	s	
RDISABLE	Einlesesperre (read in disable)					
READ	Liest in der angegebenen Datei eine oder mehrere Zeilen ein und legt gelesene Informationen im Feld ab		Die Information liegt als STRING vor.			
READAL	Alarm lesen (read alarm)		Alarmer werden nach steigenden Nummern durchsucht.			

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
REAL	Datentyp: Gleitpunkt-Variable mit Vorzeichen (reale Zahlen)	Entspricht dem 64-Bit-Floating-point-Format des Prozessors				
REDEF	Einstellung für Maschinendaten, NC-Sprachelemente und Systemvariablen, bei welchen Benutzergruppen sie angezeigt werden					
RELEASE	Maschinenachsen freigeben		Mehrere Achsen können programmiert werden.			
REP	Schlüsselwort zur Initialisierung aller Elemente eines Feldes mit demselben Wert			REP(Wert) oder DO FELD[n,m]=REP()		
REPEAT	Wiederholung einer Programmschleife		So lange, bis (UNTIL) eine Bedingung erfüllt ist.			
REPEATB	Wiederholung einer Programmzeile		nnn-mal			
REPOSA	Wiederanfahren an die Kontur linear mit allen Achsen (repositioning linear all axes)				s	2
REPOSH	Wiederanfahren an die Kontur im Halbkreis (repositioning semi circle)				s	2
REPOSHA	Wiederanfahren an die Kontur mit allen Achsen; Geometrieachsen im Halbkreis (repositioning semi circle all axes)				s	2
REPOSL	Wiederanfahren an die Kontur linear (repositioning linear)				s	2
REPOSQ	Wiederanfahren an die Kontur im Viertelkreis (repositioning quarter circle)				s	2

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
REPOSQA	Wiederanfahren an die Kontur linear mit allen Achsen; Geometrieachsen im Viertelkreis (repositioning quarter circle all axes)				s	2
RESET	Technologiezyklus rücksetzen		Eine oder mehrere IDs können programmiert werden.			
RET	Unterprogrammende		Verwendung statt M17 - ohne Funktionsausgabe an den PLC.	RET		
RIC	Relativ satzweise achsspezifische Radiusprogrammierung		Radiusprogrammierung	RIC(50)	s	
RINDEX	Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen	0, ..., INT	String: 1. Parameter Zeichen: 2. Parameter			
RMB	Wiederanfahren an Satzanfangspunkt (repos mode begin of block)				m	26
RME	Wiederanfahren an Satzende (repos mode end of block)				m	26
RMI ¹	Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt (repos mode interrupt)				m	26
RMN	Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt (repos mode end of nearest orbital block)				m	26
RND	Konturrecke verrunden	Real, ohne Vorzeichen		RND=...	s	
RNDM	Modales Verrunden	Real, ohne Vorzeichen		RNDM=... RNDM=0: M. V. ausschalten	m	

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
ROT	Programmierbare Drehung (rotation)	Drehung um 1. Geoachse: -180°... +180° 2. Geoachse: -90° ... +90° 3. Geoachse: -180°... +180°		ROT X... Y... Z... ROT RPL= ;eigener Satz	s	3
ROTS	Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (rotation)			ROTS X... Y... ROTS Z... X... ROTS Y... Z... ROTS RPL= ;eigener Satz	s	3
ROUND	Runden der Nachkommastellen	Real				
RP	Polarradius (radius polar)	Real			m/s	
RPL	Drehung in der Ebene (rotation plane)	Real, ohne Vorzeichen			s	
RT	Parameter für Zugriff auf Framedaten: Drehung (rotation)					
RTLION	G0 mit Linear-Interpolation				m	55
RTLIOF	G0 ohne Linear-Interpolation (Einzelachsinterpolation)				m	55
S	Spindeldrehzahl oder (bei G4, G96/G961) andere Bedeutung	REAL Anzeige: ±999 999 999.9999 Programm: ±3,4028 ex38	Spindeldreh- zahl in U/min G4: Verweilzeit in Spindel-um- drehungen G96/G961: Schnittgeschw. in m/min	S...: Drehzahl für Masterspindel S1...: Drehzahl für Spindel 1	m/s	
SAVE	Attribut zur Rettung von Informationen bei Unterprogrammaufrufen		Gerettet werden: alle modalen G- Funktionen und der aktuelle Frame.			

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
SBLOF	Einzelsatz unterdrücken (single block OFF)		Nachfolgende Sätze werden im Einzelsatz wie ein Satz abgearbeitet.			
SBLON	Einzelsatzunterdrückung aufheben (single block ON)					
SC	Parameter für Zugriff auf Framedaten: Skalierung (scale)					
SCALE	Programmierbare Skalierung (scale)			SCALE X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
SCC	Selektive Zuordnung einer Planachse zu G96/G961/G962. Achsbezeichner können Geo-, Kanal oder Maschinenachse sein.		Auch bei aktiver konst. Schnittgeschw.	SCC[Achse]		
SD	Spline-Grad (spline degree)	Integer, ohne Vorzeichen			s	
SEFORM	Strukturierungsanweisung im Stepeditor, um daraus die Schrittansicht für HMI Advanced zu generieren		Wird im Step-Editor ausgewertet.	SEFORM (<abschnittsname>, <ebene>, <icon>)		
SET	Schlüsselwort zur Initialisierung aller Elemente eines Feldes mit aufgelisten Werten			SET(Wert, Wert, ...) oder DO FELD[n,m]=SET()		
SETAL	Alarm setzen (set alarm)					
SETDNO	D-Nummer des Werkzeugs (T) und dessen Schneide auf "neu" setzen					
SETINT	Festlegung, welche Interruptroutine aktiviert werden soll, wenn ein NCK-Eingang ansteht		Ausgewertet wird Flanke 0 → 1.			
SETMS	Zurückschalten auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel					
SETMS(n)	Spindel n soll als Masterspindel gelten					
SETPIECE	Stückzahl für alle Werkzeuge berücksichtigen, die der Spindel zugeordnet sind		Ohne Spindelnummer: gilt für Masterspindel.			

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
SF	Startpunktversatz für Gewindeschneiden (spline offset)	0.0000,..., 359.999°			m	
SIN	Sinus (Trigon. Funktion)	Real				
SOFT	Ruckbegrenzte Bahnbeschleunigung				m	21
SOFTA	Ruckbegrenzte Achsbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten					
SON	Nibbeln EIN (stroke ON)				m	35
SONS	Nibbeln EIN im IPO-Takt (stroke ON slow)				m	35
SPATH ¹	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Bogenlänge				m	45
SPCOF	Masterspindel oder Spindel (n) von Lageregelung in Drehzahlregelung umschalten			SPCOF SPCOF(n)	m	
SPCON	Masterspindel oder Spindel (n) von Drehzahlregelung in Lageregelung umschalten			SPCON SPCON(n)	m	
SPIF1 ¹	Schnelle NCK-Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln Byte 1 (stroke/punch interface 1)				m	38
SPIF2	Schnelle NCK-Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln Byte 2 (stroke/punch interface 2)				m	38
SPLINE-PATH	Spline-Verband festlegen		Max. 8 Achsen.			
SPOF ¹	Hub AUS, Stanzen, Nibbeln AUS (stroke/punch OFF)				m	35
SPN	Anzahl der Teilstrecken pro Satz (stroke/punch number)	Integer			s	
SPP	Länge einer Teilstrecke (stroke/punch path)	Integer			m	
SPOS	Spindelposition			SPOS=10 oder SPOS[n]=10	m	
SPOSA	Spindelposition über Satzgrenzen hinweg			SPOSA=5 oder SPOSA[n]=5	m	

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
SQRT	Quadratwurzel (arithmetische Funktion) (square root)	Real				
SR	Pendelrückzugsweg für Synchronaktion (sparking out retract path)	Real, ohne Vorzeichen			s	
SRA	Pendelrückzugsweg bei externem Eingang axial für Synchronaktion (sparking out retract path axial)			SRA[Y]=0.2	m	
ST	Pendelausfeuerzeit für Synchronaktion (sparking out time)	Real, ohne Vorzeichen			s	
STA	Pendelausfeuerzeit axial für Synchronaktion (sparking out time axial)				m	
START	Starten der ausgewählten Programme in mehreren Kanälen gleichzeitig aus dem laufenden Programm		Unwirksam für den eigenen Kanal.	START(1,1,2) oder START(CH_X, CH_Y) \$MC_CHAN_NAME		
STARTFIFO ¹	Abarbeiten; parallel dazu Auffüllen des Vorlaufpuffers				m	4
STAT	Stellung der Gelenke	Integer			s	
STOPFIFO	Anhalten der Bearbeitung; Auffüllen des Vorlaufpuffers, bis STARTFIFO erkannt wird, Vorlaufpuffer voll oder Programmende				m	4
STOPRE	Vorlaufstopp, bis alle vorbereiteten Sätze vom Hauptlauf abgearbeitet sind (stop preprocessing)					
STOPREOF	Vorlaufstopp aufheben (stop preprocessing OFF)					
STRING	Datentyp: Zeichenkette	Max. 200 Zeichen				

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
STRINGIS	Prüft vorhandenen NC-Sprachumfang und speziell für diesen Befehl gehörende NC-Zyklennamen, Anwendervariablen, Makros und Labelnamen, ob diese existieren, gültig, definiert oder aktiv sind.	INT	Rückgabewerte Ergebnisse sind 000 nicht bekannt 100 programmierbar 2XX erkannt als vorhanden	STRINGIS (STRING,name)= Rückgabewert stellencodiert		
STRLEN	Länge eines Strings bestimmen	INT				
SUBSTR	Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen	Real	String: 1.Parameter, Zeichen: 2.Parameter			
SUPA	Unterdrückung der aktuellen Nullpunktverschiebung, einschließlich programmierter Verschiebungen, Systemframes, Handradverschiebungen (DRF), externer Nullpunktverschiebung und überlagerte Bewegung				s	9
SYNFCT	Auswertung eines Polynoms abhängig von einer Bedingung in der Bewegungssynchron- aktion	VAR REAL				
SYNR	Lesen der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt (synchronous read)					
SYNRW	Lesen und Schreiben der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt (synchronous read-write)					
SYNW	Schreiben der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt (synchronous write)					

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
T	Werkzeug aufrufen (wechseln nur, wenn im Maschinendatum festgelegt; ansonsten M6-Befehl nötig)	1, ..., 32 000	Aufruf über T-Nr. oder über Werkzeugbezeichner.	z. B. T3 bzw. T=3 z. B. T="BOHRER"		
TAN	Tangens (Trigon. Funktion)	Real				
TANG	Tangente für die Nachführung aus beiden angegebenen Leitachsen bestimmen					
TANGOF	Tangentielles Nachführen AUS (tangential follow up mode OFF)					
TANGON	Tangentielles Nachführen EIN (tangential follow up mode ON)					
TCARR	Werkzeugträger (Nummer "m") anfordern	Integer	m=0: aktiven WZ-Träger abwählen	TCARR=1		
TCOABS ¹	Werkzeuglängskomponenten aus der aktuellen Werkzeugorientierung bestimmen		Nötig nach Umrüsten, z. B. durch manuelle Einstellung.		m	42
TCOFR	Werkzeuglängskomponenten aus der Orientierung des aktiven Frames bestimmen				m	42
TCOFRX	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in X-Richtung		WZ senkrecht zur schrägen Fläche.		m	42
TCOFRY	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Y-Richtung		WZ senkrecht zur schrägen Fläche.		m	42
TCOFRZ	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Z-Richtung		WZ senkrecht zur schrägen Fläche.		m	42
THETA	Drehwinkel		THETA ist stets senkrecht zur aktuellen WZ-Orientierung.	THETA=Wert THETA=AC THETA=IC Polynom für THETA PO[THT]=(...)	s	

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
TILT	Seitwärtswinkel	Real		TILT=Wert	m	
TMOF	Werkzeugüberwachung abwählen		T-Nr. nur notwendig, wenn Werkzeug mit dieser Nr. nicht aktiv.	TMOF (T-Nr.)		
TMON	Werkzeugüberwachung anwählen		T-Nr. = 0: Überwachung für alle Werkzeuge ausschalten	TMON (T-Nr.)		
TO	Bezeichnet den Endwert in einer FOR-Zählschleife					
TOFF	Werkzeuglängen-Offset in Richtung der Werkzeuglängenkomponente, die parallel zu der im Index angegebenen Geometrieachse wirkt.				m	
TOFFL	Werkzeuglängen-Offset in Richtung der Werkzeuglängenkomponente L1, L2 bzw. L3				m	
TOFFR	Werkzeugradius-Offset				m	
TOFFOF	Online-Werkzeuglängenkorrektur rücksetzen					
TOFFON	Online-Werkzeuglängenkorrektur aktivieren (tool offset ON)		Angabe einer dreidimensionalen Korrekturrichtung.	TOFFON (Z, 25) mit Korrekturrichtung Z Offsetwert von 25		
TOFRAME	Aktuellen programmierbaren Frame auf Werkzeugkoordinatensystem setzen		Framedrehung in Werkzeugrichtung.		m	53
TOFRAMEX	X-Achse parallel zur Werkzeugrichtung, Nebenachse Y, Z				m	53
TOFRAMEY	Y-Achse parallel zur Werkzeugrichtung, Nebenachse Z, X				m	53
TOFRAMEZ	Z-Achse parallel zur Werkzeugrichtung, Nebenachse X, Y				m	53

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
TOLOWER	Buchstaben des eines Strings in Kleinbuchstaben umwandeln					
TOROTOF	Framedrehungen in Werkzeugrichtung AUS				m	53
TOROT	Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		Frame- drehungen EIN Rotationsanteil des program- mierbaren Frame		m	53
TOROTX	X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung			m	53	
TOROTY	Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung			m	53	
TOROTZ	Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung			m	53	
TOUPPER	Buchstaben des eines Strings in Großbuchstaben umwandeln					
TOWSTD	Grundstellungswert für Korrekturen in der Werkzeuglänge		Einrechnung Werkzeug- verschleiß		m	56
TOWBCS	Verschleißwerte im Basiskoordinatensystem (BKS)			m	56	
TOWKCS	Verschleißwerte im Koordinatensystem des Werkzeugkopfes bei kinetischer Transformation (unterscheidet sich vom MKS durch Werkzeugdrehung)			m	56	
TOWMCS	Verschleißwerte im Maschinenkoordinatensystem (MKS)			m	56	
TOWTCS	Verschleißwerte im Werkzeugkoordinatensystem (Werkzeugträgerbezugspunkt T an der Werkzeughalteraufnahme)			m	56	
TOWWCS	Verschleißwerte im Werkstückkoordinatensystem (WKS)			m	56	
TRAANG	Transformation schräge Achse		Pro Kanal mehrere Trans- formationen einstellbar.			
TRACEOF	Kreisformattest: Übertragung der Werte AUS					
TRACEON	Kreisformattest: Übertragung der Werte EIN					

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
TRACON	Kaskadierte Transformation (transformation concatenated)					
TRACYL	Zylinder: Mantelflächen-Transformation		Siehe TRAANG.			
TRAFOOF	Transformation ausschalten			TRAFOOF()		
TRAILOF	Achssynchrones Mitschleppen AUS (trailing OFF)					
TRAILON	Achssynchrones Mitschleppen EIN (trailing ON)					
TRANS	Programmierbare Verschiebung (translation)			TRANS X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
TRANSMIT	Polar-Transformation		Siehe TRAANG.			
TRAORI	4-, 5-Achstransformation, Generische Transformation (transformation oriented)		Aktiviert vereinbarte Orientierungs- transformation.	Generische Transformation TRAORI(1,X,Y,Z)		
TRUE	Logische Konstante: wahr	BOOL	Ersetzbar durch Integer- Konstante 1.			
TRUNC	Abschneiden der Nachkommastellen	Real				
TU	Achswinkel	Integer		TU=2	s	
TURN	Windungsanzahl für Schraubenlinie	0, ..., 999			s	
UNLOCK	Synchronaktion mit ID freigeben (Technologiezyklus fortsetzen)					
UNTIL	Bedingung zur Beendigung einer REPEAT-Schleife					
UPATH	Bahnbezug für FGROU- P- Achsen ist Kurvenparameter				m	45
VAR	Schlüsselwort: Art der Parameterübergabe		Mit VAR: call by reference			

16.1 Anweisungen

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
VELOLIMA	Reduktion oder Überhöhung der maximalen axialen Geschwindigkeit (velocity axial)	1, ..., 200	Gültigkeitsbereich ist 1 bis 200%	VELOLIMA[X]= ...[%]	m	
WAITC	Warten, bis Kopplungssatzwechselkriterium für die Achsen/Spindeln erfüllt ist (wait for couple condition)		Bis zu 2 Achsen/Spindeln können programmiert werden.	WAITC(1,1,2)		
WAITE	Warten auf das Programmende in einem anderen Kanal.		Kanalnummer 1-10 oder \$MC_CHAN_NAME	WAITE(1,1,2) oder WAITE(CH_X, CH_Y)		
WAITM	Warten auf Marker im angegebenen Kanal; vorhergehenden Satz mit Genauhalt beenden.		Kanalnummer 1-10 oder \$MC_CHAN_NAME	WAITM(1,1,2) oder WAITM(CH_X, CH_Y)		
WAITMC	Warten auf Marker im angegebenen Kanal; Genauhalt nur, wenn die anderen Kanäle den Marker noch nicht erreicht haben.		Kanalnummer 1-10 oder \$MC_CHAN_NAME	WAITMC(1,1,2) oder WAITMC(CH_X, CH_Y)		
WAITP	Warten auf Verfahrende			WAITP(X) ; eigener Satz		
WAITS	Warten auf Erreichen der Spindelposition			WAITS (Hauptspindel) WAITS (n,n,n)		
WALCS0	WKS-Arbeitsfeldbegrenzung abgewählt				m	60
WALCS1	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 1 aktiv				m	60
WALCS2	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 2 aktiv				m	60
WALCS3	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 3 aktiv				m	60
WALCS4	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 4 aktiv				m	60
WALCS5	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 5 aktiv				m	60
WALCS6	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 6 aktiv				m	60

Name	Bedeutung	Wert	Beschreibung, Kommentar	Syntax	m/s ³	Gruppe ²
WALCS7	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 7 aktiv				m	60
WALCS8	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 8 aktiv				m	60
WALCS9	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 9 aktiv				m	60
WALCS10	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 10 aktiv				m	60
WALIMOF	BKS-Arbeitsfeldbegrenzung AUS (working area limitation OFF)			;eigener Satz	m	28
WALIMON ¹	BKS-Arbeitsfeldbegrenzung EIN (working area limitation ON)			;eigener Satz	m	28
WHILE	Beginn der WHILE-Programmschleife		Ende: ENDWHILE			
WRITE	Satz ins Dateisystem schreiben. Hängt einen Satz am Ende der angegebenen Datei an.		Die Sätze werden nach M30 eingefügt.			
X	Achse	Real			m/s	
XOR	Logisches Exklusiv- ODER					
Y	Achse	Real			m/s	
Z	Achse	Real			m/s	

Legende:

- ¹ Standardeinstellung bei Programmanfang (im Auslieferungsstand der Steuerung, wenn nichts anderes programmiert ist).
- ² Die Gruppen-Numerierung entspricht der Tabelle im Abschnitt "Liste der G-Funktionen/Wegbedingungen".
- ³ Absolute Endpunkte: modal (m)
Inkrementale Endpunkte: satzweise (s)
Ansonsten: m/s in Abhängigkeit von der Syntaxbestimmung G-Funktion
- ⁴ Als Kreismittelpunkte wirken IPO-Parameter inkrementell. Mit AC können sie absolut programmiert werden. Bei anderen Bedeutungen (z. B. Gewindesteigung) wird die Adressmodifikation ignoriert.
- ⁵ Der OEM-Anwender kann zwei zusätzliche Interpolationsarten einbringen. Die Namen kann der OEM-Anwender verändern.
- ⁶ Für diese Funktionen ist die erweiterte Adressschreibweise nicht zulässig.

16.2 Adressen

Liste der Adressen

Die Liste der Adressen setzt sich zusammen aus

- Adressbuchstaben
- Feste Adressen
- Feste Adressen mit Achserweiterung
- Einstellbare Adressen

Adressenbuchstaben

Verfügbare Adressenbuchstaben

Buchstabe	Bedeutung	Numerische Erweiterung
A	Einstellbarer Adressbezeichner	x
B	Einstellbarer Adressbezeichner	x
C	Einstellbarer Adressbezeichner	x
D	An-/Abwahl der Werkzeuglängenkorrektur, Werkzeugschneide	
E	Einstellbarer Adressbezeichner	
F	Vorschub Verweilzeit in Sekunden	x
G	G-Funktion	
H	H-Funktion	x
I	Einstellbarer Adressbezeichner	x
J	Einstellbarer Adressbezeichner	x
K	Einstellbarer Adressbezeichner	x
L	Unterprogramme, -aufruf	
M	M-Funktion	x
N	Nebensatz-Nummer	
O	frei	
P	Programmdurchlaufzahl	
Q	Einstellbarer Adressbezeichner	x
R	Variablen-Bezeichner (Rechen-Parameter)/einstellbarer Adressbezeichner ohne numer. Erweiterung	x
S	Spindel-Wert Verweilzeit in Spindelumdrehungen	x x
T	Werkzeugnummer	x

U	Einstellbarer Adressbezeichner	x
V	Einstellbarer Adressbezeichner	x
W	Einstellbarer Adressbezeichner	x
X	Einstellbarer Adressbezeichner	x
Y	Einstellbarer Adressbezeichner	x
Z	Einstellbarer Adressbezeichner	x
%	Anfangs- und Trennzeichen bei der Übertragung von Dateien	
:	Hauptsatznummer	
/	Ausblendkennung	

Verfügbare feste Adressen

Adress- bezeichner	Adresstyp	Modal/ satz- weise	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Datentyp
L	Unterpro- grammnr.	s									vorzeichenlos Integer
P	Unterpro- grammdurch- laufzahl	s									vorzeichenlos Integer
N	Satznummer	s									vorzeichenlos Integer
G	G-Funktion	s. Liste der G- Funk- tionen									vorzeichenlos Integer
F	Vorschub, Verweilzeit	m, s	x							x	vorzeichenlos Real
OVR	Override	m									vorzeichenlos Real
S	Spindel, Verweilzeit	m,s								x	vorzeichenlos Real
SPOS	Spindel- position	m	x	x	x						Real
SPOSA	Spindel- position über Satzgrenzen hinweg	m	x	x	x						Real

T	Werkzeugnummer	m								x	vorzeichenlos Integer
D	Korrekturnummer	m								x	vorzeichenlos Integer
M, H,	Hilfsfunktionen	s								x	M: vorzeichenlos Integer H: Real

Feste Adressen mit Achserweiterung

Adressbezeichner	Adresstyp	Modal bzw. satzweise	G70/G71	G700/G710	G90/G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Datentyp
AX: Axis	Variabler Achsbezeichner	*)	x	x	x	x	x	x			Real
IP: Interpolationparameter	Variabler Interpolationsparameter	s	x	x	x	x	x				Real
POS: Positioning axis	Positionierachse	m	x	x	x	x	x	x	x		Real
POSA: Positioning axis above end of block	Positionierachse über Satzgrenzen	m	x	x	x	x	x	x	x		Real
POSP: Positioning axis in parts	Positionieren in Teilstücken (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			Real: Endposition/ Real: Teillänge Integer: Option
PO: Polynom	Polynomkoeffizient	s	x	x							Vorzeichenlos Real 1 - 8 mal
FA: Feed axial	Axialer Vorschub	m	x							x	Vorzeichenlos Real
FL: Feed limit	Axialer Grenz-Vorschub	m	x								Vorzeichenlos Real

OVRA: Override	Axialer Override	m	x								Vorzeichenlos Real
ACC: Accelera- tion axial	Axiale Beschleuni- gung	m									Vorzeichenlos Real
FMA: Feed multiple axial	Synchron- Vorschub axial	m	x								Vorzeichenlos Real
STA: Sparking out time axial	Ausfeuerzeit axial	m									Vorzeichenlos Real
SRA: Sparking out retract	Rückzugsweg bei externem Eingang axial	m	x	x							Vorzeichenlos Real
OS: Oscillating on/off	Pendel ein/aus	m									Vorzeichenlos Integer
OST1: Oscillating time 1	Haltezeit im linken Umkehrpunkt (Pendeln)	m									Real
OST2: Oscillating time 2	Haltezeit im rechten Umkehrpunkt (Pendeln)	m									Real
OSP1: Oscillating Position 1	Li. Umkehrpunkt (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSP2: Oscillating Position 2	Re. Umkehr- punkt (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSB: Oscillating start position	Pendeln Startpunkt	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSE: Oscillating end position	Pendeln Endpunkt	m	x	x	x	x	x	x			Real

OSNSC: Oscillating: number spark out cycles	Ausfunk- anzahl Pendeln	m									Vorzeichenlos Integer
OSCTRL: Oscillating control	Optionen Pendeln	m									Vorzeichenlos Integer: Setz- optionen, Vorzeichenlos Integer: Rücksetz- optionen
OSCILL: Oscillating	Achszuord- nung für Pendeln, Pendeln einschalten	m									Axis: 1 - 3 Zustellachsen
FDA: Feed DRF axial	Axialer Vorschub für Handrad- überlagerung	s	x								Vorzeichenlos Real
FGREF	Bezugsradius	m	x	x							Vorzeichenlos Real
POLF	Position LIFTFAST	m	x	x							Vorzeichenlos Real
FXS: Fixed stop	Fahren auf Festanschlag ein	m									Vorzeichenlos Integer
FXST: Fixed stop torque	Moment- grenze für Fahren auf Festanschlag	m									Real
FXSW: Fixed stop window	Überwa- chungs- fenster für Fahren auf Festanschlag	m									Real

Bei diesen Adressen wird in eckigen Klammern eine Achse oder ein Ausdruck vom Typ Achse angegeben. Der Datentyp in der rechten Spalte ist der Typ des zugewiesenen Wertes.

*) Absolute Endpunkte: modal, inkrementelle Endpunkte: satzweise, ansonsten modal/satzweise in Abhängigkeit von der Syntaxbestimmung G-Funktion.

Einstellbare Adressen

Adress- bezeichner	Adresstyp	Modal/ satz- weise	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Max. An- zahl	Datentyp
Achswerte und Endpunkte												
X, Y, Z, A, B, C	Achse	*)	x	x	x	x	x	x		8		Real
AP: Angle polar	Polarwinkel	m/s*	x	x	x					1		Real
RP: Radius polar	Polarradius	m/s*	x	x	x	x	x			1		Vorzeichen- los Real
Werkzeugorientierung												
A2, B2, C2 1)	Eulerwinkel oder RPY- Winkel	s								3		Real
A3, B3, C3	Richtungs- vektorkom- ponente	s								3		Real
A4, B4, C4 für Satzanfang	Normalen- vektorkom- ponente	s								3		Real
A5, B5, C5 für Satzende	Normalen- vektorkom- ponente	s								3		Real
A6, B6, C6 normierter Vektor	Richtungs- vektorkom- ponente	s								3		Real
A7, B7, C7 normierter Vektor	Zwischen- orientie- rungskom- ponente	s								3		Real
LEAD: Lead Angle	Voreil- winkel	m								1		Real
THETA: dritte Freiheitsgrad Werkzeug- Orientierung	Drehwinkel Drehung um die WZ- Richtung	s			x	x	x			1		Real

TILT: Tilt Angle	Seitwärts- winkel	m								1		Real
ORIS: Orientation Smoothing Factor	Orientie- rungs- änderung (bezogen auf die Bahn)	m								1		Real
Interpolationsparameter												
I, J, K**	Interpola- tionspara- meter	s	x	x		x**	x**			3		Real
I1, J1, K1	Zwischen- punkt- koordina- te	s	x	x	x	x	x					Real
RPL: Rotation plane	Drehung in der Ebene	s								1		Real
CR: Circle -Radius	Kreisradius	s	x	x						1		Vorzeichen- los Real
AR: Angle circular	Öffnungs- winkel									1		Vorzeichen- los Real
TURN	Windungs- anzahl für Schrauben- linie	s								1		Vorzeichen- los Integer
PL: Parameter - Interval - Length	Parameter - Intervall - Länge	s								1		Vorzeichen- los Real
PW: Point - Weight	Punkt - Gewicht	s								1		Vorzeichen- los Real
SD: Spline - Degree	Spline - Grad	s								1		Vorzeichenlo s Integer
TU: Turn	Turn	m										Vorzeichenl. Int
STAT: State	State	m										Vorzeichen- los Integer
SF: Spindle offset	Startpunkt- versatz für Gewinde- schneiden	m								1		Real

DISR: Distance for repositioning	Repos- Abstand	s	x	x						1		Vorzeichen- los Real
DISPR: Distance path for repositioning	Repos- Bahn- differenz	s	x	x						1		Vorzeichen- los Real
ALF: Angle lift fast	Schnellab- hebe- Winkel	m								1		Vorzeichen- los Integer
DILF: Distance lift fast	Schnellab- hebe-Länge	m	x	x						1		Real
FP	Festpunkt: Nr. des anzufahr. Fest- punktes	s								1		Vorzeichen- los Integer
RNDM: Round modal	Rundung modal	m	x	x						1		Vorzeichen- los Real
RND: Round	Rundung satzweise	s	x	x						1		Vorzeichen- los Real
CHF: Chamfer	Fase satzweise	s	x	x						1		Vorzeichen- los Real
CHR: Chamfer	Fase in ursprüng- licher Bewe- gungs- richtung	s	x	x						1		Vorzeichen- los Real
ANG: Angle	Konturzug- Winkel	s								1		Real
ISD: Insertion depth	Eintauch- tiefe	m	x	x						1		Real
DISC: Distance	Überhö- hung Über- gangskreis Werkzeug- korrektur	m	x	x						1		Vorzeichen- los Real

OFFN	Offsetkontur - normal	m	x	x						1		Real
DITS	Gewindeeinlaufweg	m	x	x						1		Real
DITE	Gewindeauslaufweg	m	x	x						1		Real
Nibbeln/Stanzen												
SPN: Stroke/Punch Number ¹⁾	Anzahl der Teilstrecken pro Satz	s								1		INT
SPP: Stroke/Punch Path ¹⁾	Länge einer Teilstrecke	m								1		Real
Schleifen												
ST: Sparking out time	Ausfeuerzeit	s								1		Vorzeichenlos Real
SR: Sparking out retract path	Rückzugsweg	s	x	x						1		Vorzeichenlos Real
Überschleifkriterien												
ADIS	Überschleifabstand	m	x	x						1		vorzeichenlos Real
ADISPOS	Überschleifabstand für Eilgang	m	x	x						1		Vorzeichenlos Real
Messen												
MEAS: Measure	Messen mit schaltendem Taster	s								1		Vorzeichenlos Integer
MEAW: Measure without deleting distance to go	Messen mit schaltendem Taster ohne Restweglöschen	s								1		Vorzeichenlos Integer

Achs-, Spindelverhalten												
LIMS: Limit spindle speed	Spindel- drehzahl- begren- zung	m									1	Vorzeichen- los Real
Vorschübe												
FAD	Geschwin- digkeit der langsamen Zustell- bewegung	s		x							1	Vorzeichen- los Real
FD: Feed DRF	Bahn- vorschub für Hand- radüber- lagerung	s		x							1	Vorzeichen- los Real
FRC	Vorschub für Radius und Fase	s		x								Vorzeichen- los Real
FRCM	Vorschub für Radius und Fase modal	m		x								Vorzeichen- los Real
OEM Adressen												
OMA1: OEM- Adress 1 ¹⁾	OEM - Adresse 1	m				x	x	x			1	Real
OMA2: OEM- Adress 2 ¹⁾	OEM - Adresse 2	m				x	x	x			1	Real
OMA3: OEM- Adress 3 ¹⁾	OEM - Adresse 3	m				x	x	x			1	Real
OMA4: OEM- Adress 4 ¹⁾	OEM - Adresse 4	m				x	x	x			1	Real
OMA5: OEM- Adress 5 ¹⁾	OEM - Adresse 5	m				x	x	x			1	Real

*) Absolute Endpunkte: modal, inkrementelle Endpunkte: satzweise, ansonsten modal/satzweise in Abhängigkeit von der syntaxbestimmenden G-Funktion.

**) Als Kreismittelpunkte wirken IPO-Parameter inkrementell. Mit AC können sie absolut programmiert werden. Bei anderen Bedeutungen (z. B. Gewindesteigung) wird die Adressmodifikation ignoriert.

1) Schlüsselwort gilt nicht für NCU571.

16.3 G-Funktionen / Wegbedingungen

Liste der G-Funktionen/Wegbedingungen

In der Liste der G-Funktionen/Wegbefehle finden Sie alle vorhandenen G-Codes jeweils geordnet nach den zugehörigen Funktionsgruppen.

Legende für die Beschreibung der G-Gruppen

Nr.: interne Nummer für z. B. PLC-Schnittstelle
 X: Nr. für GCODE_RESET_VALUES nicht erlaubt
 m: modal **oder** s: satzweise
 Std.: Standardeinstellung Siemens AG (SAG), F: Fräsen, D: Drehen oder andere Festlegungen
 MH.: Standardeinstellung siehe Angaben des Maschinen-Herstellers

Gruppe 1: Modal wirksame Bewegungsbefehle						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G0	1.	Eilgangsbewegung		m		
G1	2.	Linearinterpolation (Geradeninterpolation)		m	Std.	
G2	3.	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn		m		
G3	4.	Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn		m		
CIP	5.	Circle through points: Kreisinterpolation über Zwischenpunkt		m		
ASPLINE	6.	Akima-Spline		m		
BSPLINE	7.	B-Spline		m		
CSPLINE	8.	Kubischer Spline		m		
POLY	9.	Polynom: Polynom-Interpolation		m		
G33	10.	Gewindeschneiden mit konstanter Steigung		m		
G331	11.	Gewindebohren		m		
G332	12.	Rückzug (Gewindebohren)		m		
OEMIPO1 ##	13.	reserviert		m		
OEMIPO2 ##	14.	reserviert		m		
CT	15.	Kreis mit tangentialem Übergang		m		
G34	16.	Gewindesteigungszunahme (progressiver Änderung)		m		
G35	17.	Gewindesteigungsabnahme (degressiver Änderung)		m		
INVCW	18.	Evolventeninterpolation im Uhrzeigersinn		m		
INVCCW	19.	Evolventeninterpolation im Gegenuhrzeigersinn		m		

Ist bei modalen G-Funktionen keine Funktion aus der Gruppe programmiert, so wirkt die über Maschinendatum änderbare Standardeinstellung: \$MC_GCODE_RESET_VALUES

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 2: Satzweise wirksame Bewegungen, Verweilzeit						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G4	1.	Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt	X	s		
G63	2.	Gewindebohren ohne Synchronisation	X	s		
G74	3.	Referenzpunktfahren mit Synchronisation	X	s		
G75	4.	Festpunktfahren	X	s		
REOSL	5.	Repositioning linear: Wiederanfahen an die Kontur linear	X	s		
REOSQ	6.	Repositioning quarter circle: Wiederanfahen an die Kontur im Viertelkreis	X	s		
REOSH	7.	Repositioning semi circle: Wiederanfahen an die Kontur im Halbkreis	X	s		
REOSA	8.	Repositioning linear all axis: Wiederanfahen an die Kontur linear mit allen Achsen	X	s		
REOSQA	9.	Repositioning Quarter Circle All Axis: Wiederanfahen an die Kontur mit allen Achsen, Geometrieachsen im Viertelkreis	X	s		
REOSHA	10.	Repositioning Semi Circle All Axis: Wiederanfahen an die Kontur mit allen Achsen, Geometrieachsen im Halbkreis	X	s		
G147	11.	Weiches Anfahren mit Gerade	X	s		
G247	12.	Weiches Anfahren mit Viertelkreis	X	s		
G347	13.	Weiches Anfahren mit Halbkreis	X	s		
G148	14.	Weiches Abfahren mit Gerade	X	s		
G248	15.	Weiches Abfahren mit Viertelkreis	X	s		
G348	16.	Weiches Abfahren mit Halbkreis	X	s		
G05	17.	Schrägeinstechschleifen	X	s		
G07	18.	Ausgleichsbewegung beim Schrägeinstechschleifen	X	s		

Gruppe 3: Programmierbarer Frame, Arbeitsfeldbegrenzung und Polprogrammierung						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
TRANS	1.	TRANSLATION: programmierbare Verschiebung	X	s		
ROT	2.	ROTATION: programmierbare Drehung	X	s		
SCALE	3.	SCALE: programmierbare Skalierung	X	s		
MIRROR	4.	MIRROR: programmierbare Spiegelung	X	s		
ATRANS	5.	Additive TRANSLATION: additive programmierbare Verschiebung	X	s		
AROT	6.	Additive ROTATION: programmierbare Drehung	X	s		
ASCALE	7.	Additive SCALE: programmierbare Skalierung	X	s		
AMIRROR	8.	Additive MIRROR: programmierbare Spiegelung	X	s		
	9.	frei				
G25	10.	Minimale Arbeitsfeldbegrenzung/Spindeldrehzahlbegrenzung	X	s		
G26	11.	Maximale Arbeitsfeldbegrenzung/Spindeldrehzahlbegrenzung	X	s		

G110	12.	Polprogrammierung relativ zur letzten programmierten Sollposition	X	s		
G111	13.	Polprogrammierung relativ zum Nullpunkt des aktuellen Werkstückkoordinatensystems	X	s		
G112	14.	Polprogrammierung relativ zum letzten gültigen Pol	X	s		
G58	15.	Programmierbare Verschiebung, absolut axial ersetzend	X	s		
G59	16.	Programmierbare Verschiebung, additiv axial ersetzend	X	s		
ROTS	17.	Rotation mit Raumwinkeln	X	s		
AROTS	18.	Additive Rotation mit Raumwinkeln	X	s		

Gruppe 4: FIFO						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
STARTFIFO	1.	Start FIFO Abarbeiten und parallel dazu Auffüllen des Vorlaufpuffers		m	Std.	
STOPFIFO	2.	STOP FIFO, Anhalten der Bearbeitung; Füllen des Vorlaufspeichers, bis STARTFIFO erkannt wird, Vorlaufspeicher voll oder Programmende		m		
FIFOCTRL	3.	FIFO CTRL, Steuerung des Vorlaufspeichers		m		

Gruppe 6: Ebenenwahl						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G17	1.	Ebenenwahl 1. - 2. Geometrieachse		m	Std.	
G18	2.	Ebenenwahl 3. - 1. Geometrieachse		m		
G19	3.	Ebenenwahl 2. - 3. Geometrieachse		m		

Gruppe 7: Werkzeugradiuskorrektur						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G40	1.	Keine Werkzeugradiuskorrektur		m	Std.	
G41	2.	Werkzeugradiuskorrektur links von der Kontur	X	m		
G42	3.	Werkzeugradiuskorrektur rechts von der Kontur	X	m		

Gruppe 8: Einstellbare Nullpunktverschiebung							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
G500	1.	Ausschalten aller einstellbaren Frames G54-G57, wenn in G500 kein Wert steht		m	Std.		
G54	2.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m			
G55	3.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m			
G56	4.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m			
G57	5.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m			
G505	6.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m			
G5xx	n+1	n. einstellbare Nullpunktverschiebung		m			
G599	100.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m			

Mit den G-Funktionen dieser Gruppe wird jeweils ein einstellbarer Anwender-Frame \$P_UIFR[] aktiviert.

G54 entspricht Frame \$P_UIFR[1], G505 entspricht Frame \$P_UIFR[5].

Die Anzahl der einstellbaren Anwender-Frames und damit die Anzahl der G-Funktionen in dieser Gruppe ist über das Maschinendatum \$MC_MM_NUM_USER_FRAMES parametrierbar.

Gruppe 9: Frame-Unterdrückung							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
G53	1.	Unterdrückung der aktuellen Frames: programmierbares Frame einschließlich Systemframe für TOROT und TOFRAME und aktives einstellbares Frame G54 ... G599	X	s			
SUPA	2.	Unterdrückung wie G153 und inklusive Systemframes für Istwersetzen, Ankratzen, ext. Nullpunktverschiebung, PAROT einschließlich Handradverschiebungen (DRF), [externe Nullpunktverschiebung], überlagerte Bewegung	X	s			
G153	3.	Unterdrückung wie G53 und inklusive aller kanalspezifischen und/oder NCU-globalen Basisframe	X	s			

Gruppe 10: Genauhalt - Bahnsteuerbetrieb							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
G60	1.	Geschwindigkeitsabnahme, Genauhalt		m	Std.		
G64	2.	Bahnsteuerbetrieb		m			
G641	3.	Bahnsteuerbetrieb (G64) mit programmierbarem Überschleifabstand		m			
G642	4.	Überschleifen mit axialer Genauigkeit		m			
G643	5.	Satzinternes axiales Überschleifen		m			
G644	6.	Überschleifen mit Vorgabe der Achsdynamik		m			

Gruppe 11: Genauhalt satzweise						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G9	1.	Geschwindigkeitsabnahme, Genauhalt	X	s		

Gruppe 12: Satzwechselkriterien bei Genauhalt (G60/G09)						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G601	1.	Satzwechsel bei Genauhalt fein		m	Std.	
G602	2.	Satzwechsel bei Genauhalt grob		m		
G603	3.	Satzwechsel bei IPO-Satzende		m		

Gruppe 13: Werkstückvermessung Inch/metrisch						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G70	1.	Eingabesystem inch (Längen)		m		
G71	2.	Eingabesystem metrisch (Längen)		m	Std.	
G700	3.	Eingabesystem inch; inch/min (Längen + Geschwindigkeit + Systemvariable)		m		
G710	4.	Eingabesystem metrisch; mm; mm/min (Längen + Geschw. + Systemvariable)		m		

Gruppe 14: Werkstückvermessung absolut/inkremental						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G90	1.	Bezugsmaßeingabe		m	Std.	
G91	2.	Kettenmaßangabe		m		

Gruppe 15: Vorschubtyp						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G93	1.	Zeitreziproker Vorschub 1/min		m		
G94	2.	Linear-Vorschub mm/min, inch/min		m	Std.	
G95	3.	Umdrehungsvorschub in mm/U, inch/U		m		
G96	4.	Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vorschubtyp wie bei G95) EIN		m		
G97	5.	Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vorschubtyp wie bei G95) AUS		m		
G931	6.	Vorschubvorgabe durch Verfahzeit, konst. Bahngeschwindigkeit ausschalten		m		
G961	7.	Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vorschubtyp wie bei G94) EIN		m		
G971	8.	Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vorschubtyp wie bei G94) AUS		m		
G942	9.	Linear-Vorschub und konstante Schnittgeschw. oder Spindeldrehzahl einfrieren		m		
G952	10.	Umdrehungsvorschub u. konst. Schnittgeschw. oder Spindeldrehzahl einfrieren		m		
G962	11.	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konst. Schnittgeschwindigkeit		m		
G972	12.	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub u. konst. Spindeldrehzahl einfrieren		m		
G973	13	Umdrehungsvorschub ohne Spindeldrehzahlbegrenzung (G97 ohne LIMS für ISO-Mode)		m		
G963		reserviert		m		

Gruppe 16: Vorschubkorrektur an Innen- und Außenkrümmung						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
CFC	1.	Constant feed at contour Konstanter Vorschub an der Kontur		m	Std.	
CFTCP	2.	Constant feed in tool-center-point Konstanter Vorschub in Werkzeugschneidenbezugspunkt (Mittelpunktsbahn)		m		
CFIN	3.	Constant feed at internal radius, acceleration at external radius Konstanter Vorschub bei Innenkrümmung, Beschleunigung an Außenkrümmung		m		

Gruppe 17: An-, Abfahrverhalten Werkzeugkorrektur						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
NORM	1.	Normalenstellung im Anfangs-, Endpunkt		m	Std.	
KONT	2.	Kontur umfahren im Anfangs-, Endpunkt		m		
KONTT	3.	Tangentenstetiges Polynom einfügen (an-/abfahren)		m		
KONTC	4.	Krümmungsstetiges Polynom einfügen (an-/abfahren)		m		

Gruppe 18: Eckenverhalten Werkzeugkorrektur						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G450	1.	Übergangskreis (Werkzeug umfährt Werkstückecken auf einer Kreisbahn)		m	Std.	
G451	2.	Schnittpunkt der Äquidistanten (Werkzeug schneidet in der Werkstückecke frei)		m		

Gruppe 19: Kurvenübergang bei Spline-Beginn						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
BNAT	1.	Begin natural: natürlicher Übergang zum ersten Spline-Satz		m	Std.	
BTAN	2.	Begin tangential: tangentialer Kurvenübergang zum ersten Spline-Satz		m		
BAUTO	3.	Begin not a knot: (kein Knoten) Anfang ergibt sich aus der Lage des 1. Punktes		m		

Gruppe 20: Kurvenübergang bei Spline-Ende						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
ENAT	1.	End natural: natürlicher Kurvenübergang zum nächsten Verfahrstanz		m	Std.	
ETAN	2.	End tangential: tangentialer Kurvenübergang zum nächsten Verfahrstanz bei Spline-Beginn		m		
EAUTO	3.	End not a knot: (kein Knoten) Ende ergibt sich aus der Lage des letzten Punktes		m		

Gruppe 21: Beschleunigungsprofil						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
BRISK	1.	Sprungförmige Bahnbeschleunigung		m	Std.	
SOFT	2.	Rückbegrenzte Bahnbeschleunigung		m		
DRIVE	3.	Geschwindigkeitsabhängige Bahnbeschleunigung		m		

Gruppe 22: Werkzeugkorrekturtypen							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
CUT2D	1.	Cutter - compensation - type 2dimensional 2 1/2D Werkzeugkorrektur durch G17-G19 bestimmt		m	Std.		
CUT2DF	2.	Cutter - compensation - type 2dimensional frame - relative: 2 1/2D Werkzeugkorrektur durch Frame bestimmt Die Werkzeugkorrektur wirkt relativ zum aktuellen Frame (schräge Ebene)		m			
CUT3DC #	3.	Cutter - compensation - type 3dimensional circumference: 3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen		m			
CUT3DF #	4.	Cutter - compensation - type 3dimensional face: 3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit nicht konstanter Werkzeugorientierung		m			
CUT3DFS #	5.	Cutter - compensation - type 3dimensional face: 3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit fester Werkzeugorientierung unabhängig vom aktiven Frame		m			
CUT3DFF #	6.	Cutter - compensation - type 3dimensional face frame: 3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit fester Werkzeugorientierung abhängig vom aktiven Frame		m			
CUT3DCC #	7.	Cutter - compensation - type 3dimensional circumference: 3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen		m			
CUT3DCCD #	8.	Cutter - compensation - type 3dimensional circumference: 3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen mit Differenzwerkz.		m			

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 23: Kollisionsüberwachung an Innenkonturen							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
CDOF	1.	Collision detection off: Kollisionsüberwachung aus		m	Std.		
CDON	2.	Collision detection on: Kollisionsüberwachung ein		m			
CDOF2	3.	Collision detection off: Kollisionsüberwachung aus (derzeit nur für CUT3DC)		m			

Gruppe 24: Vorsteuerung							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
FFWOF	1.	Feed forward off: Vorsteuerung aus		m	Std.		
FFWON	2.	Feed forward off: Vorsteuerung ein		m			

Gruppe 25: Bezug Werkzeugorientierung						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
ORIWKS #	1.	Tool orientation in workpiece coordinate system: Werkzeugorientierung im Werkstück-Koordinatensystem (WKS)		m	Std.	
ORIMKS #	2.	Tool orientation in machine coordinate system: Werkzeugorientierung im Maschinen-Koordinatensystem (MKS)		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 26: Wiederanfahrpunkt für REPOS						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
RMB	1.	Repos - Mode begin of block: Wiederanfahren an Satzanfangspunkt		m		
RMI	2.	Repos - Mode interrupt: Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt		m	Std.	
RME	3.	Repos - Mode end of block: Wiederanfahren an Satzende		m		
RMN	4.	Repos - Mode end of nearest orbital block: Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt		m		

Gruppe 27: Werkzeugkorrektur bei Orientierungsänderung an Außenecken						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
ORIC #	1.	Orientation change continuously: Orientierungsänderungen an Außenecken werden dem einzufügenden Kreissatz überlagert		m	Std.	
ORID #	2.	Orientation change discontinuously: Orientierungsänderungen werden vor dem Kreissatz ausgeführt		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 28: Arbeitsfeldbegrenzung ein/aus						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
WALIMON	1.	Working area limitation on: Arbeitsfeldbegrenzung ein		m	Std.	
WALIMOF	2.	Working area limitation off: Arbeitsfeldbegrenzung aus		m		

Gruppe 29: Radius - Durchmesser						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
DIAMOF	1.	Diametral programming off: Durchmesserprogrammierung aus; Radiusprogrammierung für G90/G91		m	Std.	
DIAMON	2.	Diametral programming on: Durchmesserprogrammierung ein für G90/G91		m		
DIAM90	3.	Diametral programming G90: Durchmesserprogrammierung für G90; Radiusprogrammierung für G91		m		
DIAMCYCOF	4.	Diametral programming off: Radiusprogrammierung für G90/G91 eingeschaltet. Für die Anzeige bleibt der zuletzt aktive G-Code dieser Gruppe aktiv.		m		

Gruppe 30: Compressor ein/aus						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
COMPOF #	1.	Compressor aus		m	Std.	
COMPON #	2.	Compressor ein		m		
COMPCURV #	3.	Compressor ein: krümmungsstetige Polynome		m		
COMPCAD #	4.	Compressor ein: Optimierte Oberflächengüte CAD-Programm		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 31: OEM - G-Gruppe						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G810 #	1.	OEM - G-Funktion			Std.	
G811 #	2.	OEM - G-Funktion				
G812 #	3.	OEM - G-Funktion				
G813 #	4.	OEM - G-Funktion				
G814 #	5.	OEM - G-Funktion				
G815 #	6.	OEM - G-Funktion				
G816 #	7.	OEM - G-Funktion				
G817 #	8.	OEM - G-Funktion				
G818 #	9.	OEM - G-Funktion				
G819 #	10.	OEM - G-Funktion				

Zwei G-Gruppen sind für den OEM-Anwender reserviert. Damit gibt er die Programmierung der von ihm eingebrachten Funktionen zur Programmierung nach außen.

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 32: OEM - G-Gruppe						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G820 #	1.	OEM - G-Funktion			Std.	
G821 #	2.	OEM - G-Funktion				
G822 #	3.	OEM - G-Funktion				
G823 #	4.	OEM - G-Funktion				
G824 #	5.	OEM - G-Funktion				
G825 #	6.	OEM - G-Funktion				
G826 #	7.	OEM - G-Funktion				
G827 #	8.	OEM - G-Funktion				
G828 #	9.	OEM - G-Funktion				
G829 #	10.	OEM - G-Funktion				

Zwei G-Gruppen sind für den OEM-Anwender reserviert. Damit gibt er die Programmierung der von ihm eingebrachten Funktionen zur Programmierung nach außen.

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 33: Einstellbare Werkzeugfeinkorrektur						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
FTOCOF #	1.	Fine - Tool - Offset - Compensation off: online wirksame Werkzeugfeinkorrektur aus		m	Std.	
FTOCON #	2.	Fine - Tool - Offset - Compensation on: online wirksame Werkzeugfeinkorrektur ein	X	m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 34: Überschleifen Werkzeugorientierung						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
OSOF #	1.	Glättung Werkzeugorientierung aus		m	Std.	
OSC #	2.	Konstante Glättung Werkzeugorientierung		m		
OSS #	3.	Glättung Werkzeugorientierung am Satzende		m		
OSSE #	4.	Glättung Werkzeugorientierung am Satzanfang und -ende		m		
OSD #	5.	satzinternes Überschleifen mit Vorgabe der Weglänge		m		
OST #	6.	satzinternes Überschleifen mit Vorgabe der Winkeltoleranz		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 35: Stanzen und Nibbeln						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
SPOF #	1.	Stroke/Punch Off: Hub aus, Stanzen, Nibbeln aus		m	Std.	
SON #	2.	Stroke On: Nibbeln ein		m		
PON #	3.	Punch On: Stanzen ein		m		
SONS #	4.	Stroke On Slow: Nibbeln ein im IPO-Takt	X	m		
PONS #	5.	Punch On Slow: Stanzen ein im IPO-Takt	X	m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 36: Stanzen mit Verzögerung						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
PDELAYON #	1.	Punch with Delay On: Verzögerung beim Stanzen ein		m	Std.	
PDELAYOF #	2.	Punch with Delay Off: Verzögerung beim Stanzen aus		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 37: Vorschubprofil						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
FNORM #	1.	Feed Normal: Vorschub normal nach DIN66025		m	Std.	
FLIN #	2.	Feed Linear: Vorschub linear veränderlich		m		
FCUB #	3.	Feed Cubic: Vorschub nach cubischem Spline veränderlich		m		

#Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 38: Zuordnung schnelle Ein-, Ausgänge für Stanzen/Nibbeln						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
SPIF1 #	1.	Stroke/Punch Interface 1: schnelle NCK-Ein-Ausgänge für Stanz./Nibbeln Byte 1		m	Std.	
SPIF2 #	2.	Stroke/Punch Interface 2: schnelle NCK-Ein-Ausgänge für Stanz./Nibbeln Byte 2		m		

#Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 39: Programmierbare Konturgenauigkeit						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
CPRECOF	1.	Contour Precision Off: programmierbare Konturgenauigkeit aus		m	Std.	
CPRECON	2.	Contour Precision On: programmierbare Konturgenauigkeit ein		m		

#Das Schlüsselwort gilt **nicht** für NCU571.

Gruppe 40: Werkzeugradiuskorrektur konstant							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
CUTCONOF	1.	Konstante Radiuskorrektur aus		m	Std.		
CUTCONON	2.	Konstante Radiuskorrektur ein		m			

Gruppe 41: Unterbrechung Gewindeschneiden							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
LFOF	1.	Unterbrechung von Gewindeschneiden aus		m	Std.		
LFON	2.	Unterbrechung von Gewindeschneiden ein		m			

Gruppe 42: Werkzeugträger							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
TCOABS	1.	Tool Carrier Orientation Absolute: Werkzeugträger Orientierung absolut		m	Std.		
TCOFR	2.	Werkzeugträger Orientierung Frame Ausrichtung des Werkzeugs an Z-Achse		m			
TCOFRZ	3.	Orientierbarer Werkzeugträger framebezogen (Werkzeug an Z-Achse)		m			
TCOFRY	4.	Orientierbarer Werkzeugträger framebezogen (Werkzeug an Y-Achse)		m			
TCOFRX	5.	Orientierbarer Werkzeugträger framebezogen (Werkzeug an X-Achse)		m			

Gruppe 43: Anfahrriichtung WAB							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
G140	1.	Anfahrriichtung WAB festgelegt durch G41/G42		m	Std.		
G141	2.	Anfahrriichtung WAB links der Kontur		m			
G142	3.	Anfahrriichtung WAB rechts der Kontur		m			
G143	4.	Anfahrriichtung WAB tangentialabhängig		m			

Gruppe 44: Wegaufteilung WAB							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
G340	1.	Anfahrriichtung räumlich (Tiefe und in der Ebene zugleich (Helix))		m	Std.		
G341	2.	zuerst in der senkrechten Achse (Z) zustellen, dann Anfahren in der Ebene		m			

Gruppe 45: Bahnbezug der FGROUP-Achsen:						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
SPATH	1.	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Bogenlänge		m	Std.	
UPATH	2.	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Kurvenparameter		m		

Gruppe 46: Ebenendefinition für Schnellabheben:						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
LFTXT	1.	Werkzeugrichtung beim Abheben tangential		m	Std.	
LFWP	2.	Werkzeugrichtung beim Abheben nicht tangential		m		
LFPOS	3.	Axiales Abheben auf eine Position		m		

Gruppe 47: Mode-Umschaltung für externen NC-Code						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G290	1.	Umschalten auf SINUMERIK-Mode (SINUMERIK-Sprachmode aktivieren)		m	Std.	
G291	2.	Umschalten auf ISO2/3-Mode (ISO-Sprachmode aktivieren)		m		

Gruppe 48: An-/Abfahrverhalten WRK						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
G460	1.	Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsetzung ein		m	Std.	
G461	2.	Wenn kein Schnittpunkt im WRK-Satz, Randsatz mit Kreisbogen verlängern		m		
G462	3.	Wenn kein Schnittpunkt im WRK-Satz, Randsatz mit Gerade verlängern		m		

Gruppe 49: Punkt zu Punkt Bewegung						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
CP	1.	continuous path; Bahnbewegung		m	Std.	
PTP	2.	point to point; Punkt zu Punkt Bewegung (Synchronachsbewegung)		m		
PTPG0	3.	point to point; Punkt zu Punkt Bewegung nur bei G0, sonst Bahnbewegung CP		m		

Gruppe 50: Orientierungsprogrammierung						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
ORIEULER	1.	Orientierungswinkel über Euler-Winkel		m	Std.	
ORIRPY	2.	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (Drehreihenfolge XYZ)		m		
ORIVIRT1	3.	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)		m		
ORIVIRT2	4.	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 2)		m		
ORIXPOS	5.	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen mit Rundachspositionen		m		
ORIRPY2	6.	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (Drehreihenfolge ZYX)		m		

Gruppe 51: Orientierungsinterpolation						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
ORIVECT	1.	Großkreisinterpolation (identisch mit ORIPLANE)		m	Std.	
ORIXES	2.	Lineare Interpolation der Maschinenachsen oder Orientierungsachsen		m		
ORIPATH	3.	Werkzeugorientierungspfad bezogen auf die Bahn		m		
ORIPLANE	4.	Interpolation in der Ebene (identisch mit ORIVECT)		m		
ORICONCW	5.	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche im Uhrzeigersinn		m		
ORICONCCW	6.	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche im Gegenuhrzeigersinn		m		
ORICONIO	7.	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit Angabe einer Zwischenorientierg.		m		
ORICONTO	8.	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit tangentialem Übergang		m		
ORICURVE	9.	Interpolation mit zusätzlicher Raumkurve für die Orientierung		m		
ORIPATHS	10.	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn, Knick im Orientierungsverlauf wird geglättet		m		

Gruppe 52: Werkstückbezogenes WKS						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
PAROTOF	1.	Werkstückbezogene Framedrehung ausschalten		m	Std.	
PAROT	2.	Werkstückkoordinatensystem (WKS) am Werkstück ausrichten		m		

Gruppe 53: Framedrehungen in Werkzeugrichtung						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
TOROTOF	1.	Framedrehung in Werkzeugrichtung AUS		m	Std.	
TOROT	2.	Framedrehung ein Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOROTZ	3.	Framedrehung ein Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOROTY	4.	Framedrehung ein Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOROTX	5.	Framedrehung ein X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOFRAME	6.	Framedrehung in Werkzeugrichtung Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOFRAMEZ	7.	Framedrehung in Werkzeugrichtung Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOFRAMEY	8.	Framedrehung in Werkzeugrichtung Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOFRAMEX	9.	Framedrehung in Werkzeugrichtung X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		

Gruppe 54: Drehung des Drehvektors						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
ORIROTA	1.	Orientation Rotation Absolute Drehung absolut		m	Std.	
ORIROTR	2.	Orientation Rotation Relative relativer Drehvektor		m		
ORIROTT	3.	Orientation Rotation Tangential tangentialem Drehvektor zur Orientierungsänderung		m		
ORIROTC	4.	Orientation Rotation Tangential tangentialem Drehvektor zur Bahntangente		m		

Gruppe 55: Eilgangbewegung mit/ohne Linear-Interpolation						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
RTLION	1.	Rapid Traverse (G0) mit Linear-Interpolation On: G0 mit Linear-Interpolation		m	Std.	
RTLIOF	2.	Rapid Traverse (G0) mit Linear-Interpolation Off: G0 ohne Linear-Interpolation (Einzelachsinterpolation)		m		

Gruppe 56: Einrechnung des Werkzeugverschleiß							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
TOWSTD	1.	Tool Wear Standard Grundstellungswert für Korrekturen in der Werkzeuglänge		m	Std.		
TOWMCS	2.	Tool WearCoard MCS: Verschleißwerte im Maschinenkoordinatensystem (MKS)		m			
TOWWCS	3.	Tool WearCoard WCS: Verschleißwerte im Werkstückkoordinatensystem (WKS)		m			
TOWBCS	4.	Tool WearCoard BCS: Verschleißwerte im Basiskoordinatensystem (BKS)		m			
TOWTCS	5.	Tool WearCoard TCS: Verschleißwerte im Werkzeugkoordinatensystem (Werkzeugträgerbezugspunkt T an der Werkzeughalteraufnahme)		m			
TOWKCS	6.	Verschleißwerte im Koordinatensystem des Werkzeugkopfes bei kinetischer Transformationen (unterscheidet sich vom MKS durch Werkzeugdrehung)		m			

Gruppe 57: Automatischer Eckenoverride							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
FENDNORM	1.	Eckenverzögerung ausgeschaltet		m	Std.		
G62	2.	Eckenverzögerung an Innenecken bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur		m			
G621	3.	Eckenverzögerung an allen Ecken		m			

Gruppe 58: Reserviert für Freifahren aus der Software-Endlage							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
RELIEVEON	1.	Freifahren aus dem Softwareendschalter ein		m			
RELIEVEOF	2.	Freifahren aus dem Softwareendschalter aus		m	Std.		

Gruppe 59: Technologie G-Gruppen							
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH	
DYNNORM	1.	Normale Dynamik wie bisher		m	Std.		
DYNPOS	2.	Positionierbetrieb, Gewindebohren		m			
DYNROUGH	3.	Schruppen		m			
DYNSEMIFIN	4.	Schlichten		m			
DYNFINISH	5.	Feinschlichten		m			

Gruppe 60: Arbeitsfeldbegrenzungen						
Name	Nr.	Bedeutung	X	m/s	SAG	MH
WALCS0	1.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzung abgewählt		m	Std.	
WALCS1	2.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 1 aktiv		m		
WALCS2	3.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 2 aktiv		m		
WALCS3	4.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 3 aktiv		m		
WALCS4	5.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 4 aktiv		m		
WALCS5	6.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 5 aktiv		m		
WALCS6	7.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 6 aktiv		m		
WALCS7	8.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 7 aktiv		m		
WALCS8	9.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 8 aktiv		m		
WALCS9	10.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 9 aktiv		m		
WALCS10	11.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 10 aktiv		m		

16.4 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe

1. Koordinatensystem					
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3.-15. Parameter	4.-16. Parameter	Erläuterung
PRESETON	AXIS*: Achsbezeichner Maschinenachse	REAL: Preset-Verschiebung G700/G7100 Kontext	3.-15. Parameter wie 1 ...	4.-16. Parameter wie 2 ...	Istwertsetzen für die programmierten Achsen. Es wird jeweils ein Achsbezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert. Mit PRESETON können Preset-Verschiebungen für bis zu 8 Achsen programmiert werden.
DRFOF					DRF-Verschiebung löschen für alle dem Kanal zugeordneten Achsen

*) Anstelle der Maschinenachsbezeichner können generell auch die Geometrie- oder Zusatzachsbezeichner stehen, sofern eine eindeutige Abbildung möglich ist.

16.4 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe

2. Achsverbände			
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1.-8. Parameter	Erläuterung	
FGROUP	Kanalachsbezeichner	Variabler F-Wert-Bezug: Festlegung der Achsen, auf die sich der Bahnvorschub bezieht. Maximale Achsanzahl: 8 Mit FGROUP () ohne Angabe von Parametern wird die Standardeinstellung für den F-Wert-Bezug aktiviert.	
	1.-8. Parameter	2.-9. Parameter	Erläuterung
SPLINEPATH	INT: Spline-Verband (muss 1 sein)	AXIS: Geometrie- oder Zusatzbezeichner	Festlegung des Spline-Verbandes Maximale Achsanzahl: 8
BRISKA	AXIS		Sprungförmige Achsbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten
SOFTA	AXIS		Ruckbegrenzte Achsbeschleunigung für die progr. Achsen einschalten
JERKA	AXIS		Das über Maschinendatum \$MA_AX_JERK_ENABLE eingestellte Beschleunigungsverhalten wirkt für die programmierten Achsen.

3. Mitschleppen							
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Param.	3. Param.	4. Param.	5. Param.	6. Param.	Erläuterung
TANG	AXIS: Achsname Folgeachse	AXIS : Leitachse 1	AXIS: Leitachse 2	REAL: Koppelfaktor	CHAR: Option: "B": Nachführung im Basis-koord.-system "W": Nachführung im Werkstück koord. - system	CHAR Optimierung: "S" Standard "P" autom. mit Überschleifweg, Winkel-toleranz	Vorbereitende Anweisung für die Definition einer tangentiellen Nachführung: Aus den beiden angegebenen Leitachsen wird die Tangente für die Nachführung bestimmt. Der Koppelfaktor gibt den Zusammenhang zwischen einer Änderung des Winkels der Tangente und der nachgeführten Achse an. Er ist in der Regel 1. Optimierung: siehe PGA

TANGON	AXIS: Achsnamen Folgeachse	REAL: Offset Winkel	REAL: Über- schleif- weg	REAL: Winkel- toleranz			Tangential follow up mode on: Tangentiales Nachführen ein Par. 3, 4 bei TANG Par. 6 = "P"
TANGOF	AXIS: Achsnamen Folgeachse						Tangential follow up mode off: Tangentiales Nachführen aus
TLIFT	AXIS: Nachgeführte Achse	REAL: Abhebe- weg	REAL: Faktor				Tangential lift: Tangentiales Nachführen, Halt an Konturrecke ggf. mit Abheben Drehachse
TRAILON	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	REAL: Koppel- faktor				Trailing on: Achssynchrones Mitschleppen ein
TRAILOF	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse					Trailing off: Achssynchrones Mitschleppen aus

6. Umdrehungsvorschub			
Schlüsselwort / Unter- programm- bezeichner	1. Parameter	2. Parameter	Erläuterung
FPRAON	AXIS: Achse, für die Umdrehungsvorschub eingeschaltet wird	AXIS: Achse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet wird. Ist keine Achse programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet.	Feedrate per Revolution axial On: Umdrehungsvorschub axial ein
FPRAOF	AXIS: Achsen, für die Umdrehungsvorschub ausgeschaltet wird		Feedrate per Revolution axial Off: Umdrehungsvorschub axial aus Der Umdrehungsvorschub kann für mehrere Achsen gleichzeitig ausgeschaltet werden. Es können so viele Achsen programmiert werden, wie maximal pro Satz zulässig sind.

16.4 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe

FPR	<p>AXIS: Achse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet wird. Ist keine Achse programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet.</p>		<p>Feedrate per Revolution: Auswahl einer Rundachse/Spindel, von der der Umdrehungsvorschub der Bahn bei G95 abgeleitet wird. Ist keine Achse/Spindel programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet. Die mit FPR getroffene Einstellung gilt modal.</p>
-----	--	--	---

Anstelle der Achse kann jeweils auch eine Spindel programmiert werden: FPR(S1) oder FPR(SPI(1))

7. Transformationen			
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	Erläuterung
TRACYL	REAL: Arbeitsdurchmesser	INT: Nummer der Transformation	Zylinder: Mantelflächen-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. Entfällt der 2. Parameter, so wird der über MD eingestellte Transformationsverband aktiviert.
TRANSMIT	INT: Nummer der Transformation		Transmit: Polar-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. Entfällt der Parameter, so wird der über MD eingestellte Transformationsverband aktiviert.
TRAANG	REAL: Winkel	INT: Nummer der Transformation	Transformation schräge Achse: Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. Entfällt der 2. Parameter, so wird der über MD eingestellte Transformationsverband aktiviert. Wird der Winkel nicht programmiert: TRAANG (,2) oder TRAANG, so ist der letzte Winkel modal wirksam.
TRAORI	INT: Nummer der Transformation		Transformation orientated: 4-, 5-Achs-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll.
TRACON	INT: Nummer der Transformation	REAL: weitere Parameter MD-abhäng.	Transformation Concentrated: kaskadierte Transformation, die Bedeutung der Parameter hängt von der Art der Kaskadierung ab.
TRAFOOF			Transformation ausschalten

Für jeden Transformationstyp gibt es je einen Befehl für eine Transformation pro Kanal. Gibt es mehrere Transformationen desselben Transformationstyps pro Kanal, so kann mit dem jeweiligen parametrisierten Befehl die entsprechende Transformation ausgewählt werden. Abwahl der Transformation ist möglich über Transformationswechsel oder explizite Abwahl.

8. Spindel			
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter und weitere	Erläuterung
SPCON	INT: Spindelnummer	INT: Spindelnummer	Spindle position control on: Umschalten in den lagegeregelten Spindelbetrieb
SPCOF	INT: Spindelnummer	INT: Spindelnummer	Spindle position control off: Umschalten in den drehzahlgeregelten Spindelbetrieb
SETMS	INT: Spindelnummer		Set master-spindle: Deklaration der Spindel als Master-Spindel für den aktuellen Kanal. Mit SETMS() ohne Angabe von Parametern wird die über Maschinendaten getroffene Voreinstellung wirksam.

9. Schleifen		
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	Erläuterung
GWPSON	INT: Spindelnummer	Grinding wheel peripheral speed on: Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit ein Wird die Spindelnummer nicht programmiert, so wird für die Spindel des aktiven Werkzeugs Scheibenumfangsgeschwindigkeit angewählt.
GWPSOF	INT: Spindelnummer	Grinding wheel peripheral speed off: Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit aus Wird die Spindelnummer nicht programmiert, so wird für die Spindel des aktiven Werkzeugs Scheibenumfangsgeschwindigkeit abgewählt.
TMON	INT: Spindelnummer	Tool monitoring on: Werkzeugüberwachung ein Wird keine T-Nummer programmiert, so wird die Überwachung für das aktive Werkzeug eingeschaltet.
TMOF	INT: T-Nummer	Tool monitoring off: Werkzeugüberwachung aus Wird keine T-Nummer programmiert, so wird die Überwachung für das aktive Werkzeug ausgeschaltet.

10. Abspannen					
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	4. Parameter	Erläuterung
CONTPRON	REAL [, 11]: Konturtabelle	CHAR: Abspannmethode "L": Längsdrehen: Außenbearb. "P": Plandrehen: Außenbearb. "N": Plandrehen: Innenbearb. "G": Längsdrehen: Innenbearb.	INT: Anzahl der Hinterschnitte	INT: Status der Berechnung: 0: wie bisher 1: Berechnung vorwärts und rückwärts	Contour preparation on: Referenzauflistung einschalten. Die im Folgenden aufgerufenen Konturprogramme bzw. NC-Sätze werden in einzelne Bewegungen aufgeteilt und in der Konturtabelle abgelegt. Die Anzahl der Hinterschnitte wird zurückgeliefert.
CONTDCON	REAL [, 6]: Konturtabelle	INT: 0: in programmierter Richtung			Konturdecodierung Die Sätze einer Kontur werden mit einer Tabellenzeile je Satz speichergünstig codiert in einer benannten Tabelle gespeichert.
EXECUTE	INT: Fehlerstatus				EXECUTE: Programmausführung einschalten. Damit wird aus dem Referenzauflistungsmode oder nach Aufbau eines Schutzbereiches zur normalen Programmbearbeitung zurückgeschaltet.

11. Tabelle abarbeiten		
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	Erläuterung
EXECTAB	REAL [11]: Element aus Bewegungstabelle	Execute table: Ein Element aus einer Bewegungstabelle abarbeiten.

12. Schutzbereiche						
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	4. Parameter	5. Parameter	Erläuterung
CROTDEF	INT: Nummer des Schutzbereichs	BOOL: TRUE: Werkzeug-orientierter Schutzbereich	INT: 0: 4. U. 5. Parameter werden nicht ausgewertet 1: 4. Parameter wird ausgewertet 2: 5. Parameter wird ausgewertet 3: 4. U. 5. Parameter wird ausgewertet	REAL: Begrenzung in Plus-Richtung	REAL: Begrenzung in Minus-Richtung	Channel-specific protection area definition: Definition eines kanalspezifischen Schutzbereichs
NROTDEF	INT: Nummer des Schutzbereichs	BOOL: TRUE: Werkzeug-orientierter Schutzbereich	INT: 0: 4. U. 5. Parameter werden nicht ausgewertet 1: 4. Parameter wird ausgewertet 2: 5. Parameter wird ausgewertet 3: 4. U. 5. Parameter wird ausgewertet	REAL: Begrenzung in Plus-Richtung	REAL: Begrenzung in Minus-Richtung	NCK-specific protection area definition: Definition eines maschinenspezifischen Schutzbereichs

16.4 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe

CROT	INT: Nummer des Schutzbereichs	INT: Option 0: Schutzbereich aus 1: Schutzbereich voraktivieren 2: Schutzbereich ein 3: Schutzbereich voraktivieren mit bedingtem Stopp, nur bei aktiven Schutzbereichen	REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der 1. Geometrieachse	REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der 2. Geometrieachse	REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der 3. Geometrieachse	Kanalspezifischen Schutzbereich ein/aus
NPROT	INT: Nummer des Schutzbereichs	INT: Option 0: Schutzbereich aus 1: Schutzbereich voraktivieren 2: Schutzbereich ein 3: Schutzbereich voraktivieren mit bedingtem Stopp, nur bei aktiven Schutzbereichen	REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der 1. Geometrieachse	REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der 2. Geometrieachse	REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der 3. Geometrieachse	Maschinenspezifischen Schutzbereich ein/aus
EXECUTE	VAR INT: Fehlerstatus	EXECUTE: Programmausführung einschalten Damit wird aus dem Referenzauflösungsmodus oder nach Aufbau eines Schutzbereiches zur normalen Programmbearbeitung zurückgeschaltet.				

13. Vorlauf/Einzelsatz		
STOPRE		Stop processing: Vorlaufstopp, bis alle vorbereiteten Sätze vom Hauptlauf abgearbeitet sind

14. Interrupts		
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	Erläuterung
ENABLE	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Interrupt einschalten: Die Interruptroutine, die dem Hardware-Eingang mit der angegebenen Nummer zugeordnet ist, wird "scharf" gemacht. Nach der SETINT-Anweisung ist ein Interrupt enabled.
DISABLE	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Interrupt ausschalten: Die Interruptroutine, die dem Hardware-Eingang mit der aufgegebenen Nummer zugeordnet ist, wird inaktiv geschaltet. Auch Schnellabheben wird nicht ausgeführt. Die mit SETINT getroffene Zuordnung zwischen Hardware-Eingang und Interruptroutine bleibt erhalten und kann mit ENABLE wieder aktiviert werden.
CLRINT	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Interrupt anwählen: Zuordnung von Interruptroutinen und Attributen zu einem Interrupteingang löschen. Die Interruptroutine ist somit abgewählt. Beim Eintreffen des Interrupts erfolgt keine Reaktion.

15. Bewegungssynchronisation		
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	Erläuterung
CANCEL	INT: Nummer der Synchronaktion	Abbrechen der modalen Bewegungssynchronaktion mit der angegebenen Id

16. Funktionsdefinition					
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	4.-7. Parameter	Erläuterung
FCTDEF	INT: Funktionsnummer	REAL: Unterer Grenzwert	REAL: Oberer Grenzwert	REAL: Koeffizienten a0-a3	Polynom definieren. Dieses wird in SYNFACT oder PUTFTOCF ausgewertet.

17. Kommunikation			
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	Erläuterung
MMC	STRING: Kommando	CHAR: Quittungsmodus** "N": ohne Quittung "S": synchrone Quittung "A": asynchrone Quittung	MMC-Command: Kommando an MMC-Kommando-Interpreter für die Projektierung von Fenstern über NC-Programm siehe /IAM/ Inbetriebnahme CNC; Basesoftware und HMI Embedded/Advanced in BE1 Bedienoberfläche ergänzen

**** Quittungsmodus:**

Kommandos werden auf Anforderung von der ausführenden Komponente (Kanal, NC ...) quittiert.

Ohne Quittung: Die Programmbearbeitung wird nach Absenden des Kommandos fortgeführt. Der Absender wird nicht benachrichtigt, wenn das Kommando nicht erfolgreich ausgeführt werden kann.

18. Programmkoordinierung							
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	4. Parameter	5. Parameter	6.-8. Parameter	Erläuterung
INIT #	INT: Kanalnummer 1-10 oder STRING: Kanalname \$MC_CHAN_NAME	STRING: Pfadangabe	CHAR: Quittungsmodus**				Anwahl eines Bausteins zur Abarbeitung in einem Kanal. 1 : 1. Kanal; 2 : 2. Kanal. Anstelle der Kanalnummer ist auch der im \$MC_CHAN_NAME definierte Kanalname möglich.
START #	INT: Kanalnummer 1-10 oder STRING: Kanalname \$MC_CHAN_NAME						Starten der angewählten Programme in mehreren Kanälen gleichzeitig aus dem laufenden Programm. Das Kommando wirkt nicht für den eigenen Kanal. 1 : 1. Kanal; 2 : 2. Kanal oder der im \$MC_CHAN_NAME definierte Kanalname.

WAITE #	INT: oder Kanal- nummer 1-10	STRING: Kanalname \$MC_CHAN _NAME					Wait for end of program: Warten auf das Programm- ende in einem anderen Kanal (als Nummer oder Name).
WAITM #	INT: Marken- nummer 0-9	INT: Kanal- nummer 1-10 oder STRING: Kanalname \$MC_CHAN _NAME					Wait: Warten auf das Erreichen einer Marke in anderen Kanälen. Es wird solange gewartet, bis im anderen Kanal ebenfalls WAITM mit der betreffenden Marke erreicht ist. Auch die Nummer des eigenen Kanals kann angegeben werden.
WAITMC #	INT: Marken- nummer 0-9	INT: Kanal- nummer 1-10 oder STRING: Kanalname \$MC_CHAN _NAME					Wait: Bedingtes Warten auf das Erreichen einer Marke in anderen Kanälen. Es wird solange gewartet, bis im anderen Kanal ebenfalls WAITMC mit der betreffenden Marke erreicht ist. Genauhalt nur, wenn die anderen Kanäle den Marker noch nicht erreicht haben.
WAITP	AXIS: Achs- bezeichner	AXIS: Achs- bezeichner	AXIS: Achs- bezeichner	AXIS: Achs- bezeichner	AXIS: Achs- be- zeich- ner	AXIS: Achs- be- zeich- ner	Wait for positioning axis: Warten, bis die Positionierachsen ihren programm. Endpunkt erreichen.
WAITS	INT: Spindel- nummer	INT: Spindel- nummer	INT: Spindel- nummer	INT: Spindel- nummer	INT: Spin- del- num- mer		Wait for positioning spindle: Warten, bis die programm. Spindeln, die zuvor mit SPOSA programmiert wurden, ihren programm. Endpunkt erreichen.
RET							Unterprogrammende ohne Funktions-Ausgabe an die PLC
GET #	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Maschinenachse belegen
GETD#	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Maschinenachse direkt belegen
RELEASE #	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Maschinenachse freigeben

16.4 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe

PUTFTOC #	REAL: Korrekturwert	INT: Parameter- nummer	INT: Kanal- nummer oder STRING: Kanalname \$MC_CHAN _NAME	INT: Spindel- nummer			Put fine tool correction: Werkzeugfein-Korrektur
PUTFTOCF #	INT: Nr. der Funktion Bei FCTDEF ist die hier verwendete Nr. anzugeben.	VAR REAL: Bezugswert)	INT: Parameter- nummer	INT: Kanal- nummer 1-10 oder STRING: Kanalname \$MC_CHAN _NAME	INT: Spin- del- num- mer		Put fine tool correction function dependant: Ändern Online- Werkzeugkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funktion (Polynom max. 3. Grades).

Anstelle der Achse kann mittels der Funktion SPI jeweils auch eine Spindel programmiert werden: GET(SPI(1))

#) Das Schlüsselwort gilt nicht für NCU571.

**** Quittungsmodus:**

Kommandos werden auf Anforderung von der ausführenden Komponente (Kanal, NC, ...) quittiert.

Ohne Quittung: Die Programmbearbeitung wird nach Absenden des Kommandos fortgeführt. Die Ausführung wird nicht benachrichtigt, wenn das Kommando nicht erfolgreich ausgeführt werden kann. Quittungsmodus "N" oder "n".

Synchrone Quittung: Die Programmabarbeitung wird solange angehalten, bis die Empfängerkomponente das Kommando quittiert hat. Bei positiver Quittung wird der nächste Befehl abgearbeitet.

Bei **negativer Quittung** wird ein Fehler ausgegeben.
Quittungsmodus "S", "s" oder weglassen.

Für einige Kommandos ist das Quittungsverhalten festgelegt, für andere programmierbar. Das Quittungsverhalten für Programmkoordinierungsbefehle ist immer synchron. Entfällt die Angabe des Quittungsmodus, so erfolgt synchrone Quittung.

19. Datenzugriffe		
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	Erläuterung
CHANDATA	INT: Kanalnummer	Kanalnummer für Kanaldatenzugriffe einstellen (nur im Initialisierungsbaustein zulässig); die folgenden Zugriffe beziehen sich auf den mit CHANDATA eingestellten Kanal.

20. Meldungen			
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	Erläuterung
MSG	STRING: ZEICHENKETTE: Meldung	INT: Aufrufparameter Bahnsteuerbetrieb	Message modal: Anzeige solange, bis nächste Meldung ansteht. Wird der 2. Parameter = 1 programmiert, z.B. MSG(Text, 1) wird die Meldung auch bei Bahnsteuerbetrieb als ausführbarer Satz ausgegeben.

22. Alarmer			
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	Erläuterung
SETAL	INT: Alarmnummer (Zyklusalarmer)	STRING: Zeichenkette	Set alarm: Alarm setzen. Zur Alarmnummer kann zusätzlich eine Zeichenkette mit bis zu 4 Parametern angegeben werden. Es stehen folgende vordefinierte Parameter zur Verfügung: %1 = Kanalnummer %2 = Satznummer, Label %3 = Textindex für Zyklusalarmer %4 = zusätzlichen Alarmparameter

23. Kompensation			
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter-4. Parameter		Erläuterung
QECLRNON	AXIS: Achsennummer		Quadrant error compensation learning on: Quadrantenfehlerkompensation lernen ein
QECLRNOF			Quadrant error compensation learning off: Quadrantenfehlerkompensation lernen aus

24. Werkzeugverwaltung					
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter		Erläuterung
DELT	STRING [32]: Werkzeugbezeichner	INT: Duplonummer			Werkzeug löschen. Duplonummer kann entfallen.
GETSELT	VAR INT: T-Nummer (Rückgabewert)	INT: Spindelnummer			Liefere vorgewählte T-Nummer. Ohne Angabe der Spindelnummer gilt der Befehl für die Masterspindel.
SETPIECE	INT: Stückzahl	INT: Spindelnummer			Stückzahl für alle Werkzeuge, die der Spindel zugeordnet sind, berücksichtigen. Entfällt die Spindelnummer, so gilt der Befehl für die Masterspindel.
SETDNO	INT: Werkzeugnummer T	INT: Schneidennr.	INT: D-Nr.		D-Nr. des Werkzeugs (T) und dessen Schneide auf neu setzen
DZERO					D-Nr. aller Werkzeuge der dem Kanal zugeordneten TO-Einheit ungültig setzen
DELDL	INT: Werkzeugnummer T	INT: D-Nr.			Alle Summenkorrekturen einer Schneide löschen (oder eines Werkzeugs, wenn D nicht angegeben wird)
SETMTH	INT: Werkzeughalter-Nr.				Werkzeughalter-Nr. setzen
POSM	INT: Platznr., auf den positioniert werden soll	INT: Magazinr. des Magazins, das bewegt werden soll	INT: Platznr. des internen Magazins	INT: Magazinr. des internen Magazins	Magazin positionieren
SETTIA	VAR INT: Status=Ergebnis der Operation (Rückgabewert)	INT: Magazinnummer	INT: Verschleißverbundnr.		Werkzeug aus Verschleißverbund inaktiv setzen
SETTA	VAR INT: Status=Ergebnis der Operation (Rückgabewert)	INT: Magazinnummer	INT: Verschleißverbundnr.		Werkzeug aus Verschleißverbund aktiv setzen
RESETMON	VAR INT: Status=Ergebnis der Operation (Rückgabewert)	INT: interne T-Nr.	INT: D-Nr. des Werkzeugs		Istwert des Werkzeugs auf den Sollwert setzen

25. Synchronspindel							
Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	4. Parameter	5. Parameter Satzwechselverhalten	6. Parameter	Erläuterung
COUPDEF	AXIS: Folgeachse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit- Spind.(LS)	REAL: Zähler- Überset- ungsverhält- nis (FA) oder (FS)	REAL: Nenner- Überset- ungsverhält- nis (LA) oder (LS)	STRING[8]: Satzwechselverhalten: "NOC": Keine Satzwechselsteuerung, Satzwechsel wird sofort freigegeben, "FINE": Satzwechsel bei "Synchronlauf fein", "COARSE": Satzwechsel bei Synchronlauf grob und "IPOSTOP": Satzwechsel bei sollwertseitiger Beendigung der überlagerten Bewegung. Wird das Satzwechselverhalten nicht angegeben, so findet keine Änderung des eingestellten Verhaltens statt.	STRING[2]: "DV": Sollwertkopplung "AV": Istwertkopplung	Couple definition: Definition Synchronspindel-Verband
COUPDEL	AXIS: Folgeachse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit- Spind.(LS)					Couple delete: Synchronspindel-Verband löschen
COUPOF	AXIS: Folgeachse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit- Spind.(LS)			Der Satzwechsel wird sofort freigegeben.		Schnellst mögliches Ausschalten des Synchronbetriebs.
COUPOF	AXIS: Folgeachse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit- Spind.(LS)	REAL: POS _{FS}		Der Satzwechsel wird erst nach Überfahren der Ausschaltposition freigegeben.		Abwahl des Synchronbetriebs nach Überfahren der Ausschaltposition POS _{FS}

16.4 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe

COUPOF	AXIS: Folge- achse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leit- achse oder Leit- Spind.(LS)	REAL: POS _{FS}	REAL: POS _{LS}	Der Satzwechsel wird erst nach Überfahren der beiden programmierten Positionen freigegeben. Bereich von POS _{FS} , POS _{LS} : 0 ... 359,999 Grad.		Abwahl des Synchronbetriebs nach Überfahren der beiden Ausschaltposition POS _{FS} und POS _{LS} .
COUPOFS	AXIS: Folge- achse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leit- achse oder Leit- Spind.(LS)			Der Satzwechsel erfolgt schnellstmöglich mit sofortigem Satzwechsel.		Ausschalten einer Kopplung mit Stopp der Folgespindel
COUPOFS	AXIS: Folge- achse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leit- achse oder Leit- Spind.(LS)	REAL: POS _{FS}		Nach Überfahren der programmierten Folgeachs-Ausschaltposition, die sich auf das Maschinenkoordinatensystem bezieht, wird der Satzwechsel erst nach Überfahren der Ausschaltpositionen POS _{FS} freigegeben. Wertebereich 0 ... 359,999 Grad.		Ausschalten erst nach Überfahren der programmierten Folgeachs-Ausschaltposition.
COUPON	AXIS: Folge- achse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leit- achse oder Leit- Spind.(LS)			Der Satzwechsel wird sofort freigegeben.		Schnellst mögliches Einschalten des Synchronbetriebs mit beliebigem Winkelbezug zwischen Leit- und Folgespindel

COUPON	AXIS: Folge- achse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leit- achse oder Leit- Spind.(LS)	REAL:P OS _{FS}		Der Satzwechsel wird entsprechend der festgelegten Einstellung freigegeben. Bereich von POS _{FS} : 0 ... 359,999 Grad.		Einschalten mit einem definierten Winkeler- satz POS _{FS} zwischen FS und LS. Dieser bezieht sich auf die Null-Grad- Position der Leitspindel in positiver Drehrichtung
COUPONC	AXIS: Folge- achse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leit- achse oder Leit- Spind.(LS)	Die Program- mierung einer Offset- position ist nicht möglich.				Einschalten mit vorher- gehender Programmierung von M3 S.. oder M4 S.. über- nehmen. Differenz- drehzahl sofort über- nehmen.
COUPRES	AXIS: Folge- achse oder Folge- Spindel (FS)	AXIS: Leit- achse oder Leit- Spind.(LS)					Couple reset: Synchron- spindel- Verband rücksetzen. Die pro- grammierten Werte werden ungültig. Es gelten die MD-Werte.

Für Synchronspindel erfolgt die Programmierung der Achsparameter mit SPI(1) oder S1.

26. Strukturweisungen im Stepeditor (Editor-basierte Programmunterstützung)					
Schlüsselwort / Unterprogramm- bezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter		Erläuterung
SEFORM	STRING[128]: abschnittsname	INT: ebene	STRING[128]: icon		Aktueller Abschnittsname für Stepeditor

Schlüsselwort / Unterprogrammbezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	4. Parameter	Erläuterung
COUPON	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	REAL: Einschalt- position der Folgeachse		Couple on: ELG-Verband/Synchronspindel- paar einschalten. Werden keine Einschalt- positionen angegeben, so wird schnellstmöglich gekoppelt (Rampe). Ist eine Einschaltposition für die Folgeachse, -spindel angegeben, so bezieht sich diese absolut oder inkremental auf die Leitachse, -spindel. Nur wenn der 3. Parameter angegeben wird, müssen auch die Parameter 4 und 5 programmiert werden.
COUPOF	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	REAL: Ausschalt- position der Folgeachse (Absolut)	REAL: Ausschalt- position der Leitachse (Absolut)	Couple off: ELG-Verband/Synchronspindel- paar ausschalten. Koppelparameter bleiben erhalten. Werden Positionen angegeben, dann wird die Kopplung erst aufgelöst, wenn alle angegebenen Positionen überfahren wurden. Die Folgespindel dreht mit der letzten Drehzahl vor Ausschalten der Kopplung weiter.
WAITC	AXIS: Achse/ Spindel	STRING[8]: Satz- wechsel- kriterium	AXIS: Achse/ Spindel	STRING[8]: Satz- wechsel- kriterium	Wait for couple condition: Warten, bis Kopplungssatzwechselkriterium für die Achsen/Spindeln erfüllt ist. Es können bis zu 2 Achsen/ Spindeln programmiert werden. Satzwechselkriterium: "NOC": keine Satzwechselsteuerung, Satzwechsel wird sofort freigegeben, "FINE": Satzwechsel bei "Synchronlauf fein", "COARSE": Satzwechsel bei "Synchronlauf grob" und "IPOSTOP": Satzwechsel bei sollwertseitiger Beendigung der überlagerten Bewegung. Wird das Satzwechselverhalten nicht angegeben, so findet keine Änderung des eingestellten Verhaltens statt.
AXCTSWE	AXIS: Achse/ Spindel				Containerachse weiterschalten

16.5 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe in Bewegungssynchronaktionen

27. Synchronprozeduren				
Schlüsselwort/ Funktions- bezeichner	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter bis 5. Parameter	Erläuterung
STOPREOF				Stop preparation off: Vorlaufstopp aufheben Eine Synchronaktion mit einem STOPREOF-Befehl bewirkt einen Vorlaufstopp nach dem nächsten Ausgabesatz (= Satz an den Hauptlauf). Der Vorlaufstopp wird aufgehoben mit dem Ende des Ausgabesatzes oder wenn die STOPREOF-Bedingung erfüllt ist. Sämtliche Synchronaktionsanweisungen mit STOPREOF-Befehl gelten dann als bearbeitet.
RDISABLE				Read in disable: Einlesesperre
DELDTG	AXIS: Achse für axiales Restweglöschen (optional). Entfällt die Achse, wird Restweglöschen für Bahnweg angestoßen			Delete distance to go: Restweglöschen Eine Synchronaktion mit einem DELDTG-Befehl bewirkt einen Vorlaufstopp nach dem nächsten Ausgabesatz (= Satz an den Hauptlauf). Der Vorlaufstopp wird aufgehoben mit dem Ende des Ausgabesatzes oder wenn die erste DELDTG-Bedingung erfüllt ist. In \$AA_DELT[<Achse>] findet man die axiale Entfernung zum Zielpunkt bei axialem Restweglöschen, in \$AC_DELT den Bahnrestweg.
SYNFCT	INT: Nummer der Polynomfunktion, die mit FCTDEF definiert wurde.	VAR REAL: Ergebnisvariable *)	VAR REAL: Eingangsvariable **)	Wenn in der Bewegungssynchronaktion die Bedingung erfüllt ist, wird das durch den ersten Ausdruck bestimmte Polynom an der Eingangsvariable ausgewertet. Der Wert wird dann nach unten und nach oben begrenzt und der Ergebnisvariable zugewiesen.
FTOC	INT: Nummer der Polynomfunktion, die mit FCTDEF definiert wurde	VAR REAL: Eingangsvariable **)	INT: Länge 1,2,3 INT: Kanalnummer INT: Spindelnummer	Ändern Werkzeugfeinkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funktion (Polynom max. 3. Grades). Bei FCTDEF muss die hier verwendete Nummer angegeben werden.

*) Als Ergebnisvariable sind nur spezielle Systemvariable zulässig. Diese sind in der Programmieranleitung "Arbeitsvorbereitung" unter dem Stichwort "Hauptlaufvariable schreiben" beschrieben.

***) Als Eingangsvariable sind nur spezielle Systemvariable zulässig. Diese sind in der Programmieranleitung "Arbeitsvorbereitung" in der Liste der Systemvariablen beschrieben.

16.6 Vordefinierte Funktionen

Vordefinierte Funktionen

Durch einen Funktionsaufruf wird die Ausführung einer vordefinierten Funktion angestoßen. Funktionsaufrufe liefern einen Wert zurück. Sie können als Operanden im Ausdruck stehen.

1. Koordinatensystem						
Schlüsselwort/ Funktions- bezeichner	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter			Erläuterung
CTRANS	FRAME	AXIS	REAL: Verschiebung	3. - 15. Parameter wie 1 ...	4. - 16. Parameter wie 2 ...	Translation: Nullpunkt- verschiebung für mehrere Achsen. Es wird jeweils ein Achsenbezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert. Mit CTRANS können Verschiebungen für bis zu 8 Achsen programmiert werden.
CROT	FRAME	AXIS	REAL: Drehung	3./5. Parameter wie 1 ...	4./6. Parameter wie 2 ...	Rotation: Drehung des aktuellen Koordinatensystems. Maximale Parameter- anzahl: 6 (je ein Achsenbezeichner und Wert pro Geometrieachse).
CSCALE	FRAME	AXIS	REAL: Maßstabs- faktor	3. - 15. Parameter wie 1 ...	4. - 16. Parameter wie 2 ...	Scale: Maßstabsfaktor für mehrere Achsen. Maximale Parameter- anzahl ist 2* maximale Achsenanzahl (jeweils Achsenbezeichner und Wert). Es wird jeweils ein Achsenbezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert. Mit CSCALE können Maßstabsfaktoren für bis zu 8 Achsen programmiert werden.

CMIRROR	FRAME	AXIS	2. - 8. Parameter wie 1 ...			Mirror: Spiegeln an einer Koordinatenachse
MEAFRAME	FRAME	2-dim. REAL-Feld	2-dim. REAL-Feld	3. Parameter: REAL-Variable		Frame-Berechnung aus 3 Meßpunkten im Raum

Die Frame-Funktionen CTRANS, CSCALE, CROT und CMIRROR dienen zur Generierung von Frame-Ausdrücken.

2. Geometrie-Funktionen					
Schlüsselwort/ Funktions- bezeichner	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	Erläuterung
CALCDAT	BOOL: Fehlerstatus	VAR REAL [,2]: Tabelle mit Eingabepunkten (jeweils Abszisse und Ordinate für 1., 2., 3. etc. Punkt)	INT: Anzahl der Eingabepunkte für Berechnung (3 oder 4)	VAR REAL [3]: Ergebnis: Abszisse, Ordinate und Radius des errechneten Kreismittelpunktes	CALCDAT: Calculate circle data Berechnet Radius und Mittelpunkt eines Kreises aus 3 oder 4 Punkten (gemäß Parameter 1), die auf einem Kreis liegen sollen. Die Punkte müssen unterschiedlich sein.

Bezeichner	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	4. Parameter	5. Parameter	6. Parameter
CALCPOSI	INT: Status 0 OK -1 DLIMIT neg. -2 Trafo. n.def. 1 SW-Limit 2 Arbeitsfeld 3 Schutzber. Weiter siehe PGA	REAL: Ausgangsposition im WCS [0] Abszisse [1] Ordinate [2] Applikate	REAL: Inkrement. Wegvorgabe [0] Abszisse [1] Ordinate [2] Applikate bezogen auf Ausgangsposition	REAL: einzuhaltende Mindestabstände von Grenzen [0] Abszisse [1] Ordinate [2] Applikate [3] lin. Masch. Achse [4] rot. Achse	REAL: Rückgabewert möglicher ink. Weg, wenn Weg aus Parameter 3 ohne Grenzverletzung nicht voll abgefahren werden kann	BOOL: 0: Auswertung G-Codes Gruppe 13 (inch/metr.) 1: Bezug auf Grundsystem der Steuerung, unabhängig vom aktiven G-Codes Gruppe 13	bin codiert zu überwachen 1 SW-Limits 2 Arbeitsfeld 4 aktiver Schutzber. 8 voraktiv. Schutzbereich

16.6 Vordefinierte Funktionen

	Erläuterung: CALCPOSI	Mit CALCPOSI kann überprüft werden, ob ausgehend von einem gegebenen Startpunkt die Geometrieachsen einen vorgegebenen Weg verfahren können, ohne die Achsgrenzenn (SW-Limits), Arbeitsfeldbegrenzungen oder Schutzbereiche zu verletzen. Für den Fall, das der vorgegebene Weg ohne Verletzungen nicht gefahren werden kann, wird der maximal zulässige Wert zurückgegeben.
--	--	--

INTERSEC	BOOL: Fehlerstatus	VAR REAL [11]: Erstes Konturelement	VAR REAL [11]: Zweites Konturelement	VAR REAL [2]: Ergebnisvektor: Schnittpunkt- koordinate, Abszisse und Ordinate	Intersection: Schnittpunktberechnung Es wird der Schnittpunkt zwischen zwei Konturelementen berechnet. Die Schnittpunktkoordinaten sind Rückgabewerte. Der Fehlerstatus gibt an, ob ein Schnittpunkt gefunden wurde.
----------	-----------------------	---	--	--	--

3. Achsfunktionen				
	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	Erläuterung
AXNAME	AXIS: Achs- bezeichner	STRING []: Eingangsstring		AXNAME: Get axname Konvertiert Eingangsstring in Achsbezeichner. Enthält der Eingangsstring keinen gültigen Achsnamen, wird ein Alarm gesetzt.
AXTOSPI	INT: Spindel- nummer	AXIS: Achs-bezeichner		AXTOSPI: Convert axis to spindle Konvertiert Achsbezeichner in Spindelnummer. Enthält der Übergabeparameter keinen gültigen Achsbezeichner, so wird ein Alarm gesetzt.
SPI	AXIS: Achs- bezeichner	INT: Sindelnummer		SPI: Convert spindle to axis Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner. Enthält der Übergabeparameter keine gültige Spindelnummer, so wird ein Alarm gesetzt.
ISAXIS	BOOL TRUE: Achse vorhanden: sonst: FALSE	INT: Nummer der Geometrie- achse (1 bis 3)		Prüfe, ob die als Parameter angegebene Geometrieachse 1 bis 3 entsprechend Maschinendatum \$MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB vorhanden ist.
AXSTRING	STRING	AXIS		Wandle Achsbezeichner in String

4. Werkzeugverwaltung				
	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	Erläuterung
NEWT	INT: T-Nummer	STRING [32]: Werkzeugname	INT: Duplo- Nummer	Neues Werkzeug anlegen (Werkzeugdaten bereitstellen). Duplo-Nummer kann entfallen.
GETT	INT: T-Nummer	STRING [32]: Werkzeugname	INT: Duplo- Nummer	Bestimme T-Nummer zu Werkzeugnamen
GETACTT	INT: Status	INT: T-Nummer	STRING [32]: Werkzeugname	Bestimme aktives Werkzeug aus einer Gruppe von gleichnamigen Werkzeugen
TOOLENV	INT: Status	STRING: Name		Abspeichern einer Werkzeugumgebung im SRAM mit angegebenem Namen
DELTOOLENV	INT: Status	STRING: Name		Löschen einer Werkzeugumgebung im SRAM mit angegebenem Namen. Alle Werkzeugumgebungen, wenn kein Name angegeben ist.
GETTENV	INT: Status	STRING: Name	INT: Nummer [0] Nummer [1] Nummer [2]	Lesen von: T-Nummer, D-Nummer, DL-Nummer aus einer Werkzeugumgebung mit angegebenem Namen

	Ergebnis	1. Par.	2. Par.	3. Par.	4. Par.	5. Par.	6. Par.	Erläuterung
GETTCOR	INT: Status	REAL: Länge [11]	STRING: Komponenten: Koordinaten- system	STRING: WZ-Um- gebung/ " "	INT: int. T- Nummer	INT: D- Nummer	INT: DL- Nummer	Werkzeuflängen und Werkzeuflängenkomponenten aus WZ-Umgebung bzw. aktueller Umgebung lesen Details: siehe /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; (W1)

	Ergebnis	1. Par.	2. Par.	3. Par.	4. Par.	5. Par.	6. Par.	7. Par.	8. Par.	9. Par.
SETTCOR	INT: Status	REAL: Korr. Vektor [0-3]	STRING: Kompo- nente(n)	INT: zu korr. Kompo- nente(n)	INT: Art der Schreib- opera- tion	INT: Index der Geo- achse	STRING: Name WZ-Um- gebung	INT: int. T- Nummer	INT: D- Nummer	INT: DL- Nummer
Erläuterung	Verändern von Werkzeugkomponenten unter Berücksichtigung aller Randbedingungen, die in die Bewertung der einzelnen Komponenten eingehen. Details: s. Funktionshandbuch Grundfunktionen; (W1)									

	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	Erläuterung
LENTOAX	INT: Status	INT: Index der Achse [0-2]	REAL: L1, L2, L3 für Abszisse, Ordinate, Applikate [3], [3] Matrix	STRING: Koordinatensystem für die Zuordnung	Die Funktion liefert Informationen über die Zuordnung der WZ-Längen L1, L2, L3 des aktiven WZs zu Abszisse, Ordinate, Applikate. Die Zuordnung zu den Geometrieachsen wird durch Frames und die aktive Ebene (G17 -G19) beeinflusst. Details: siehe Funktionshandbuch Grundfunktionen; (W1)

5. Arithmetik					
	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	Erläuterung
SIN	REAL	REAL			Sinus
ASIN	REAL	REAL			Arcus-Sinus
COS	REAL	REAL			Cosinus
ACOS	REAL	REAL			Arcus-Cosinus
TAN	REAL	REAL			Tangens
ATAN2	REAL	REAL	REAL		Arcus-Tangens 2
SQRT	REAL	REAL			Quadratwurzel
ABS	REAL	REAL			Absolutwert bilden
POT	REAL	REAL			Quadrat
TRUNC	REAL	REAL			Abschneiden der Nachkommastellen
ROUND	REAL	REAL			Runden der Nachkommastellen
LN	REAL	REAL			Natürlicher Logarithmus
EXP	REAL	REAL			Exponentialfunktion ex
MINVAL	REAL	REAL	REAL		ermittelt kleineren Wert zweier Variablen
MAXVAL	REAL	REAL	REAL		ermittelt größeren Wert zweier Variablen
	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	Erläuterung
BOUND	REAL: Prüfstatus	REAL: Schranke Minimum	REAL: Schranke Maximum	REAL: Prüfvariable	prüft, ob der Variablenwert innerhalb des definierten Wertebereichs Min / Max liegt
Erläuterung	Die Arithmetik Funktionen können auch in Synchronaktionen programmiert werden. Die Berechnung bzw. Auswertung dieser Arithmetik Funktionen erfolgt dann im Hauptlauf. Für Berechnungen und als Zwischenspeicher kann auch der Synchronaktions-Parameter \$AC_PARAM[n] genutzt werden.				

6. String-Funktionen				
	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter bis 3. Parameter	Erläuterung
ISNUMBER	BOOL	STRING		Überprüfe, ob der Eingangsstring in eine Zahl gewandelt werden kann. Ergebnis ist TRUE, wenn Wandlung möglich ist.
ISVAR	BOOL	STRING		Überprüfe, ob der Übergabeparameter eine in der NC bekannte Variable enthält. (Maschinendatum, Settingdatum, Systemvariable, allgemeine Variablen wie GUD's Ergebnis ist TRUE, wenn entsprechend dem (STRING) Übergabeparameter alle der folgenden Prüfungen positiv durchgeführt werden: - der Bezeichner vorhanden ist - es sich um ein- oder zweidimensionales Feld handelt - ein Array-Index erlaubt ist Bei axialen Variablen werden als Index die Achsnamen akzeptiert, jedoch nicht näher geprüft.
NUMBER	REAL	STRING		Wandle den Eingangsstring in eine Zahl
TOUPPER	STRING	STRING		Wandle alle Buchstaben des Eingangsstrings in Großbuchstaben
TOLOWER	STRING	STRING		Wandle alle Buchstaben des Eingangsstrings in Kleinbuchstaben
STRLEN	INT	STRING		Ergebnis ist die Länge des Eingangsstrings bis Stringende (0)
INDEX	INT	STRING	CHAR	Suche das Zeichen (2. Parameter) im Eingangsstring (1. Parameter). Zurückgeliefert wird die Stelle, an der das Zeichen zuerst gefunden wurde. Die Suche erfolgt von links nach rechts. Das 1. Zeichen des Strings hat den Index 0.
RINDEX	INT	STRING	CHAR	Suche das Zeichen (2. Parameter) im Eingangsstring (1. Parameter). Zurückgeliefert wird die Stelle, an der das Zeichen zuerst gefunden wurde. Die Suche erfolgt von rechts nach links. Das 1. Zeichen des Strings hat den Index 0.

16.6 Vordefinierte Funktionen

MINDEX	INT	STRING	STRING	Suche eines der im 2. Parameter angegebenen Zeichen im Eingangsstring (1. Parameter). Zurückgeliefert wird die Stelle, an der eines der Zeichen gefunden wurde. Die Suche erfolgt von links nach rechts. Das 1. Zeichen des Eingangsstrings hat den Index 0.
SUBSTR	STRING	STRING	INT	Liefert den durch Beginn (2. Parameter) und Anzahl von Zeichen (3. Parameter) beschriebenen Teilstring des Eingangsstrings (1. Parameter) zurück. Beispiel: SUBSTR("QUITTUNG:10 bis 99", 10, 2) liefert den Teilstring "10".

16.7 Rechenoperatoren / Rechenfunktionen

Rechenoperator / Rechenfunktion	Bedeutung
+	Addition
-	Subtraktion
*	Multiplikation
/	Division Achtung: (Typ INT)/(Typ INT)=(Typ REAL); Beispiel: 3/4 = 0.75
DIV	Division, für Variablentyp INT und REAL Achtung: (Typ INT)DIV(Typ INT)=(Typ INT); Beispiel: 3 DIV 4 = 0
MOD	Modulo-Division (nur für Typ INT) liefert Rest einer INT-Division; Beispiel 3 MOD 4=3
:	Kettungsoperator (bei FRAME-Variablen)
SIN ()	Sinus
COS ()	Cosinus
TAN ()	Tangens
ASIN ()	Arcussinus
ACOS ()	Arcuscosinus
ATAN2 ()	Arcustangens2
SQRT ()	Quadratwurzel
ABS ()	Betrag
POT ()	2. Potenz (Quadrat)
TRUNC ()	ganzzahliger Teil
ROUND ()	Runden auf Ganzzahliges
LN ()	natürlicher Logarithmus
EXP ()	Exponentialfunktion
MINVAL	kleinerer Wert zweier Variablen
MAXVAL	größerer Wert zweier Variablen
BOUND	Variablenwert, der im definierten Wertebereich liegt
CTrans ()	Verschiebung
CROT ()	Drehung
CSCALE ()	Maßstabsveränderung
CMIRROR ()	Spiegeln

16.8 Vergleichsoperatoren

Vergleichsoperator	Bedeutung
==	gleich
<>	ungleich
>	größer
<	kleiner
>=	größer oder gleich
<=	kleiner oder gleich

16.9 Logische Operatoren

Logischer Operator	Bedeutung
AND	UND
OR	ODER
NOT	Negation
XOR	Exklusiv-ODER

16.10 Datentypen

Datentypen		
Typ	Bemerkung	Wertevorrat
INT	ganzzahlige Werte mit Vorzeichen	-2147483646 ... +2147483647
REAL	Real-Zahlen (gebroschene Zahlen mit Dezimalpunkt, LONG REAL nach IEEE)	$\pm(2,2 \cdot 10^{-308} \dots 1,8 \cdot 10^{308})$
BOOL	Wahrheitswerte TRUE (1) und FALSE (0)	1, 0
CHAR	Zeichen ASCII	entsprechend Code 0 ... 255
STRING	Zeichenkette, Zeichenzahl in [...]	maximal 200 Zeichen (keine Sonderzeichen)
AXIS	nur Achsnamen (Achsadressen)	alle im Kanal vorhandenen Achsadressen
FRAME	geometrische Angaben für Verschieben, Drehen, Skalieren, Spiegeln	

Anhang

A.1 Liste der Abkürzungen

A	Ausgang
AS	Automatisierungssystem
ASCII	American Standard Code for Information Interchange: Amerikanische Code-Norm für den Informationsaustausch
ASIC	Application Specific Integrated Circuit: Anwender-Schaltkreis
ASUP	Asynchrones Unterprogramm
AV	Arbeitsvorbereitung
AWL	Anweisungsliste
BA	Betriebsart
BAG	Betriebsartengruppe
BB	Betriebsbereit
BuB, B&B	Bedienen und Beobachten
BCD	Binary Coded Decimals: Im Binärcode verschlüsselte Dezimalzahlen
BHG	Bedienhandgerät
BIN	Binärdateien (B inary Files)
BIOS	Basic Input Output System
BKS	Basiskoordinatensystem
BOF	Bedienoberfläche
BOT	Boot Files: Bootdateien für SIMODRIVE 611 digital
BT	Bedientafel
BTSS	Bedientafelschnittstelle
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CNC	Computerized Numerical Control: Computerunterstützte numerische Steuerung
COM	Communication
CP	Communication Processor
CPU	Central Processing Unit: Zentrale Rechereinheit
CR	Carriage Return
CRT	Cathode Ray Tube: Bildröhre

CSB	Central Service Board: PLC-Baugruppe
CTS	Clear To Send: Meldung der Sendebereitschaft bei seriellen Daten-Schnittstellen
CUTOM	Cutter radius compensation: Werkzeugradiuskorrektur
DAU	Digital-Analog-Umwandler
DB	Datenbaustein in der PLC
DBB	Datenbausteinbyte in der PLC
DBW	Datenbausteinwort in der PLC
DBX	Datenbausteinbit in der PLC
DC	Direct Control: Bewegung der Rundachse auf kürzestem Weg auf die absolute Position innerhalb einer Umdrehung
DCD	Carrier Detect
DDE	Dynamic Data Exchange
DEE	Datenendeinrichtung
DIN	Deutsche Industrie Norm
DIO	Data Input/Output: Datenübertragungs-Anzeige
DIR	Directory: Verzeichnis
DLL	Dynamic Link Library
DOE	Datenübertragungseinrichtung
DOS	Disk Operating System
DPM	Dual Port Memory
DPR	Dual-Port-RAM
DRAM	Dynamic Random Access Memory
DRF	Differential Resolver Function: Differential-Drehmelder-Funktion (Handrad)
DRY	Dry Run: Probelaufvorschub
DSB	Decoding Single Block: Dekodierungseinzelsatz
DW	Datenwort
E	Eingang
E/A	Ein-/Ausgabe
E/R	Einspeise-/Rückspeiseeinheit (Stromversorgung) des SIMODRIVE 611 digital
EIA-Code	Spezieller Lochstreifencode, Lochanzahl pro Zeichen stets ungerade
ENC	Encoder: Istwertgeber
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory (Löschbarer, elektrisch programmierbarer Lesespeicher)
ERROR	Error from printer
FB	Funktionsbaustein
FBS	Flachbildschirm
FC	Function Call: Funktionsbaustein in der PLC

FDB	Fabrikate-Datenbank
FDD	Floppy Disk Drive
FEPROM	Flash-EPROM: Les- und schreibbarer Speicher
FIFO	First In First Out: Speicher, der ohne Adressangabe arbeitet und dessen Daten in derselben Reihenfolge gelesen werden, in der sie gespeichert wurden.
FIPO	Feininterpolator
FM	Funktionsmodul
FPU	Floating Point Unit: Gleitpunkteinheit
FRA	Frame-Baustein
FRAME	Datensatz (Rahmen)
FRK	Fräsradiuskorrektur
FST	Feed Stop: Vorschub Halt
FUP	Funktionsplan (Programmiermethode für PLC)
GP	Grundprogramm
GUD	Global User Data: Globale Anwenderdaten
HD	Hard Disk: Festplatte
HEX	Kurzbezeichnung für hexadezimale Zahl
HiFu	Hilfsfunktion
HMI	Human Machine Interface: Bedienfunktionalität der SINUMERIK für Bedienen, Programmieren und Simulieren.
HMS	Hochauflösendes Messsystem
HSA	Hauptspindelantrieb
HW	Hardware
IBN	Inbetriebnahme
IF	Impulsfreigabe des Antriebsmoduls
IK (GD)	Implizite Kommunikation (Globale Daten)
IKA	Interpolative Compensation: Interpolatorische Kompensation
IM	Interface-Modul: Anschaltungsbaugruppe
IMR	Interface-Modul Receive: Anschaltungsbaugruppe für Empfangsbetrieb
IMS	Interface-Modul Send: Anschaltungsbaugruppe für Sendebetrieb
INC	Increment: Schrittmaß
INI	Initializing Data: Initialisierungsdaten
IPO	Interpolator
ISA	International Standard Architecture
ISO	International Standard Organization
ISO-Code	Spezieller Lochstreifencode, Lochanzahl pro Zeichen stets gerade
JOG	Jogging: Einrichtbetrieb

K1 .. K4	Kanal 1 bis Kanal 4
K-Bus	Kommunikationsbus
KD	Koordinatendrehung
KOP	Kontaktplan (Programmiermethode für PLC)
K _v	Kreisverstärkungsfaktor
K _Ü	Übersetzungsverhältnis
LCD	Liquid-Crystal Display: Flüssigkristallanzeige
LED	Light-Emitting Diode: Leuchtdiodenanzeige
LF	Line Feed
LMS	Lagemesssystem
LR	Lageregler
LUD	Local User Data
MB	Megabyte
MD	Maschinendaten
MDA	Manual Data Automatic: Handeingabe
MK	Messkreis
MKS	Maschinenkoordinatensystem
MLFB	Maschinenlesbare Fabrikatbezeichnung
MPF	Main Program File: NC-Teileprogramm (Hauptprogramm)
MPI	Multi Port Interface: Mehrpunktfähige Schnittstelle
MS-	Microsoft (Software-Hersteller)
MSTT	Maschinensteuertafel
NC	Numerical Control: Numerische Steuerung
NCK	Numerical Control Kernel: Numerik-Kern mit Satzaufbereitung, Verfahrbereich usw.
NCU	Numerical Control Unit: Hardware Einheit des NCK
NRK	Bezeichnung des Betriebssystems des NCK
NST	Nahtstellensignal
NURBS	Non-Uniform Rational B-Spline
NV	Nullpunktverschiebung
OB	Organisationsbaustein in der PLC
OEM	Original Equipment Manufacturer
OP	Operation Panel: Bedieneinrichtung
OPI	Operation Panel Interface: Bedientafel-Anschaltung
OPT	Options: Optionen
OSI	Open Systems Interconnection: Normung für Rechnerkommunikation

P-Bus	Peripheriebus
PC	Personal Computer
PCIN	Name der SW für den Datenaustausch mit der Steuerung
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association: Speichersteckkarten Normierung
PCU	PC Unit: PC-Box (Rechereinheit)
PG	Programmiergerät
PLC	Programmable Logic Control: Anpass-Steuerung
POS	Positionier-
RAM	Random Access Memory: Programmspeicher, der gelesen und beschrieben werden kann
REF	Funktion Referenzpunkt anfahren
REPOS	Funktion Repositionieren
RISC	Reduced Instruction Set Computer: Prozessortyp mit kleinem Befehlssatz und schnellem Befehlsdurchsatz
ROV	Rapid Override: Eingangskorrektur
RPA	R-Parameter Active: Speicherbereich in NCK für R- NCK für R-Parameternummern
RPY	Roll Pitch Yaw: Drehungsart eines Koordinatensystems
RTS	Request To Send: Sendeteil einschalten, Steuersignal von seriellen Daten-Schnittstellen
SBL	Single Block: Einzelsatz
SD	Setting-Datum
SDB	System Datenbaustein
SEA	Setting Data Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Settingdaten
SFB	System Funktionsbaustein
SFC	System Function Call
SK	Softkey
SKP	Skip: Satz ausblenden
SM	Schrittmotor
SPF	Sub Program File: Unterprogramm
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SRAM	Statischer Speicher (gepuffert)
SRK	Schneidenradiuskorrektur
SSFK	Spindelsteigungsfehlerkompensation
SSI	Serial Synchron Interface: Serielle synchrone Schnittstelle
SW	Software
SYF	System Files: Systemdateien

TEA	Testing Data Active: Kennung für Maschinendaten
TO	Tool Offset: Werkzeugkorrektur
TOA	Tool Offset Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Werkzeugkorrekturen
TRANSMIT	Transform Milling into Turning: Koordinatenumrechnung an Drehmaschinen für Fräsbearbeitung
UFR	User Frame: Nullpunktverschiebung
UP	Unterprogramm
VSA	Vorschubantrieb
V.24	Serielle Schnittstelle (Definition der Austauschleitungen zwischen DEE und DÜE)
WKS	Werkstückkoordinatensystem
WKZ	Werkzeug
WLK	Werkzeuglängenkorrektur
WOP	Werkstatt orientierte Programmierung
WPD	Work Piece Directory: Werkstückverzeichnis
WRK	Werkzeug-Radius-Korrektur
WZK	Werkzeugkorrektur
WZW	Werkzeugwechsel
ZOA	Zero Offset Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Nullpunktverschiebungsdaten
µC	Mikro-Controller

A.2 Feedback zur Dokumentation

Das vorliegende Dokument wird bezüglich seiner Qualität und Benutzerfreundlichkeit ständig weiterentwickelt. Bitte helfen Sie uns dabei, indem Sie Ihre Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge per E-Mail oder Fax senden an:

E-Mail: <mailto:docu.motioncontrol@siemens.com>

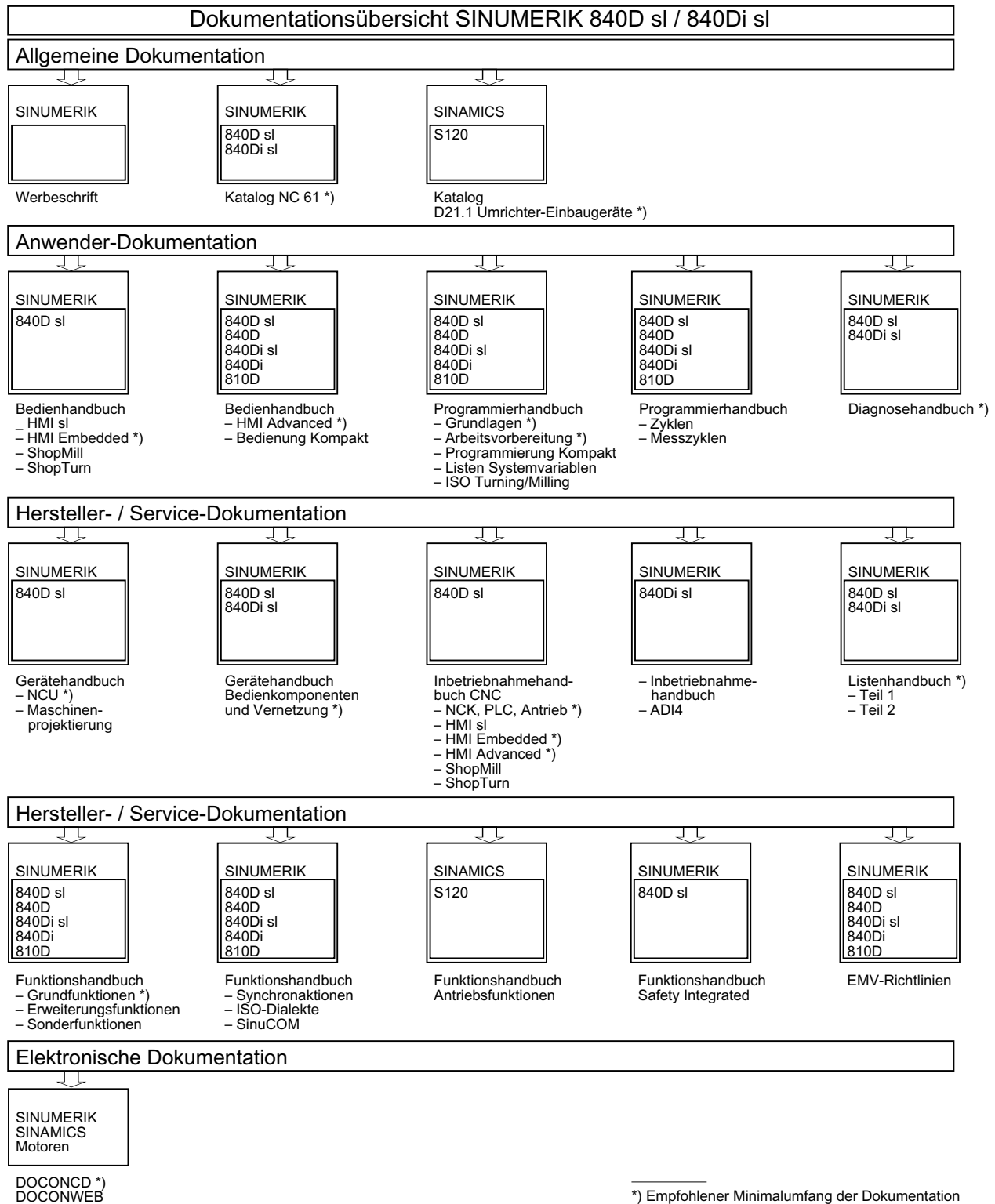
Fax: +49 (0) 9131 / 98 - 63315

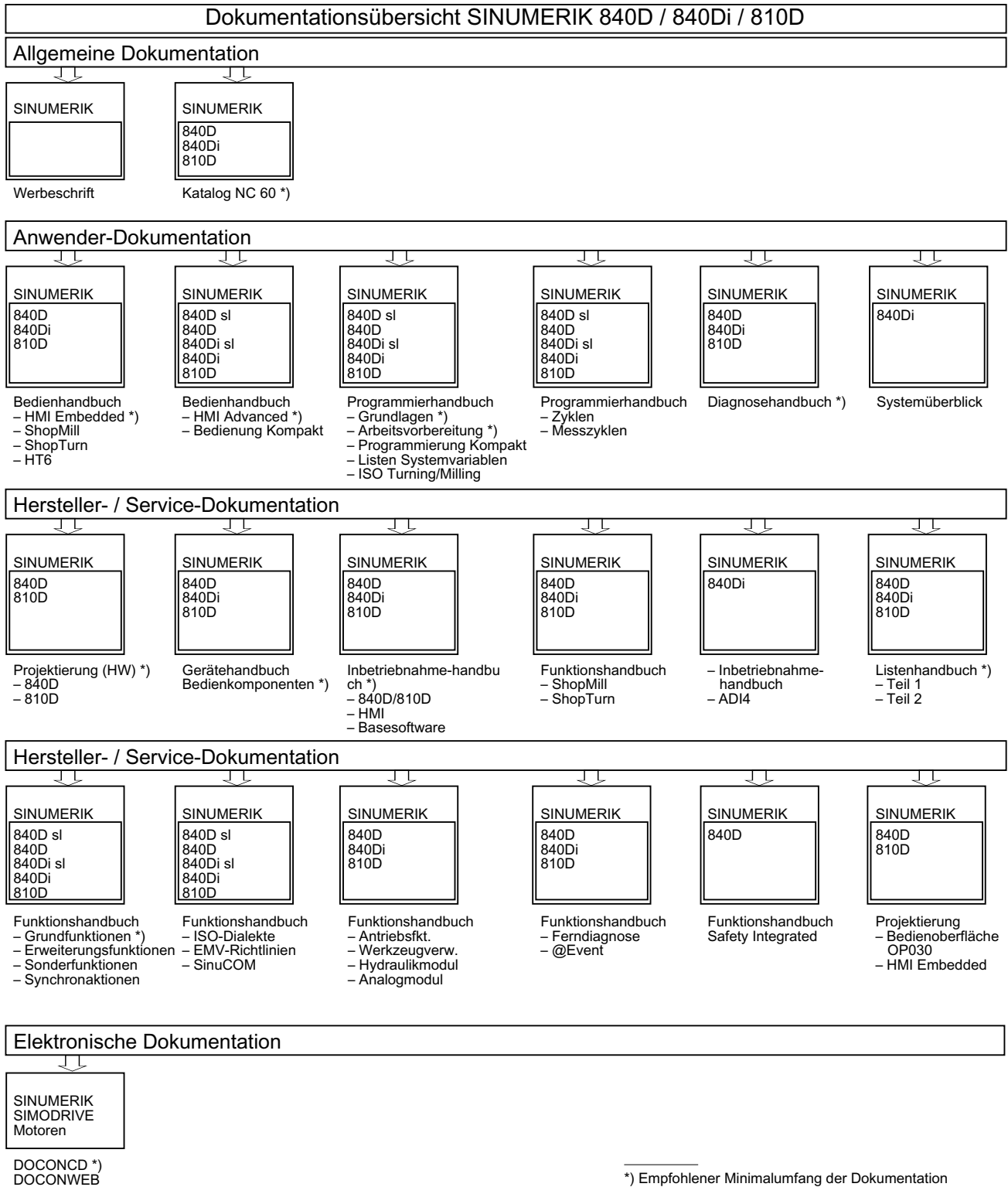
Bitte verwenden Sie die Faxvorlage auf der Blattrückseite.

An SIEMENS AG A&D MC MS1 Postfach 3180 D-91050 Erlangen Fax.: +49 (0) 9131 / 98 - 63315 (Dokumentation)	Absender	
	Name:	
	Anschrift Ihrer Firma / Dienststelle	
	Straße:	
	PLZ:	Ort:
	Telefon:	/
Telefax:	/	

Vorschläge und / oder Korrekturen

A.3 Dokumentationsübersicht





*) Empfohlener Minimalumfang der Dokumentation

Glossar

Absolutmaß

Angabe des Bewegungsziels einer Achsbewegung durch ein Maß, das sich auf den Nullpunkt des momentan gültigen Koordinatensystems bezieht. Siehe → Kettenmaß.

Achsadresse

Siehe → Achsbezeichner

Achsbezeichner

Achsen werden nach DIN 66217 für ein rechtsdrehendes, rechtwinkliges → Koordinatensystem bezeichnet mit X, Y, Z.

Um X, Y, Z drehende → Rundachsen erhalten die Bezeichner A, B, C. Zusätzliche Achsen, parallel zu den angegebenen, können mit weiteren Adressbuchstaben gekennzeichnet werden.

Achsen

Die CNC-Achsen werden entsprechend ihres Funktionsumfangs abgestuft in:

- Achsen: interpolierende Bahnachsen
- Hilfsachsen: nicht interpolierende Zustell- und Positionierachsen mit achsspezifischem Vorschub. Hilfsachsen sind an der eigentlichen Bearbeitung nicht beteiligt, z. B. Werkzeugzubringer, Werkzeugmagazin.

Achsname

Siehe → Achsbezeichner

Adresse

Eine Adresse ist die Kennzeichnung für einen bestimmten Operanden oder Operandenbereich, z. B. Eingang, Ausgang usw.

Alarmer

Alle → Meldungen und Alarmer werden auf der Bedientafel im Klartext mit Datum und Uhrzeit und dem entsprechenden Symbol für das Löschkriterium angezeigt. Die Anzeige erfolgt getrennt nach Alarmen und Meldungen.

1. Alarmer und Meldungen im Teileprogramm

Alarmer und Meldungen können direkt aus dem Teileprogramm im Klartext zur Anzeige gebracht werden.

2. Alarmer und Meldungen von PLC

Alarmer- und Meldungen der Maschine können aus dem PLC-Programm im Klartext zur Anzeige gebracht werden. Dazu sind keine zusätzlichen Funktionsbaustein-Pakete notwendig.

Antrieb

Der Antrieb ist diejenige Einheit der CNC, welche die Drehzahl- und Momentenregelung aufgrund der Vorgaben der NC ausführt.

Anwenderdefinierte Variable

Anwender können für beliebige Nutzung im → Teileprogramm oder Datenbaustein (globale Anwenderdaten) anwenderdefinierte Variablen vereinbaren. Eine Definition enthält eine Datentypangabe und den Variablennamen. Siehe → Systemvariable.

Anwenderprogramm

Anwenderprogramme für Automatisierungssysteme S7-300 werden mit der Programmiersprache STEP 7 erstellt. Das Anwenderprogramm ist modular aufgebaut und besteht aus einzelnen Bausteinen.

Die grundlegenden Bausteintypen sind:

- Code-Bausteine

Diese Bausteine enthalten die STEP 7-Befehle.

- Datenbausteine

Diese Bausteine enthalten Konstanten und Variablen für das STEP 7-Programm.

Anwenderspeicher

Alle Programme und Daten wie Teileprogramme, Unterprogramme, Kommentare, Werkzeugkorrekturen, Nullpunktverschiebungen/Frames sowie Kanal- und Programmanwenderdaten können in den gemeinsamen CNC-Anwenderspeicher abgelegt werden.

Arbeitsfeldbegrenzung

Mit der Arbeitsfeldbegrenzung kann der Verfahrbereich der Achsen zusätzlich zu den Endschaltern eingeschränkt werden. Je Achse ist ein Wertepaar zur Beschreibung des geschützten Arbeitsraumes möglich.

Arbeitsraum

Dreidimensionaler Raum, in den die Werkzeugspitze aufgrund der Konstruktion der Werkzeugmaschine hineinfahren kann. Siehe → Schutzraum.

Arbeitsspeicher

Der Arbeitsspeicher ist ein RAM-Speicher in der → CPU, auf den der Prozessor während der Programmbearbeitung auf das Anwenderprogramm zugreift.

Archivieren

Auslesen von Dateien und/oder Verzeichnissen auf ein **externes** Speichergerät.

Asynchrones Unterprogramm

Teileprogramm, das asynchron (unabhängig) zum aktuellen Programmzustand durch ein Interruptsignal (z. B. Signal "schneller NC-Eingang") gestartet werden kann.

Automatik

Betriebsart der Steuerung (Satzfolgebetrieb nach DIN): Betriebsart bei NC-Systemen, in der ein → Teileprogramm angewählt und kontinuierlich abgearbeitet wird.

Bahnachse

Bahnachsen sind alle Bearbeitungsachsen des → Kanals, die vom → Interpolator so geführt werden, dass sie gleichzeitig starten, beschleunigen, stoppen und den Endpunkt erreichen.

Bahngeschwindigkeit

Die maximal programmierbare Bahngeschwindigkeit ist abhängig von der Eingabefinheit. Bei einer Auflösung von beispielsweise 0,1 mm beträgt die maximal programmierbare Bahngeschwindigkeit 1000 m/min.

Bahnsteuerbetrieb

Ziel des Bahnsteuerbetriebes ist es, ein größeres Abbremsen der → Bahnachsen an den Teileprogramm-Satzgrenzen zu vermeiden und mit möglichst gleicher Bahngeschwindigkeit in den nächsten Satz zu wechseln.

Bahnvorschub

Bahnvorschub wirkt auf → Bahnachsen. Er stellt die geometrische Summe der Vorschübe der beteiligten → Geometrieachsen dar.

Basisachse

Achse, deren Soll- oder Istwert für die Berechnung eines Kompensationswertes herangezogen wird.

Basiskoordinatensystem

Kartesisches Koordinatensystem, wird durch Transformation auf das Maschinenkoordinatensystem abgebildet.

Im → Teileprogramm verwendet der Programmierer Achsnamen des Basiskoordinatensystems. Es besteht, wenn keine → Transformation aktiv ist, parallel zum → Maschinenkoordinatensystem. Der Unterschied zu diesem liegt in den → Achsbezeichnern.

Baudrate

Geschwindigkeit bei der Datenübertragung (Bit/s).

Baustein

Als Bausteine werden alle Dateien bezeichnet, die für die Programmerstellung und Programmverarbeitung benötigt werden.

Bearbeitungskanal

Über eine Kanalstruktur können durch parallele Bewegungsabläufe Nebenzeiten verkürzt werden, z. B. Verfahren eines Ladeportals simultan zur Bearbeitung. Ein CNC-Kanal ist dabei als eigene CNC-Steuerung mit Dekodierung, Satzaufbereitung und Interpolation anzusehen.

Bedienoberfläche

Die Bedienoberfläche (BOF) ist das Anzeigemedium einer CNC-Steuerung in Gestalt eines Bildschirms. Sie ist mit horizontalen und vertikalen Softkeys gestaltet.

Beschleunigung mit Ruckbegrenzung

Zur Erzielung eines optimalen Beschleunigungsverhaltens an der Maschine bei gleichzeitiger Schonung der Mechanik kann im Bearbeitungsprogramm zwischen sprunghafter Beschleunigung und stetiger (ruckfreier) Beschleunigung umgeschaltet werden.

Betriebsart

Ablaufkonzept für den Betrieb einer SINUMERIK-Steuerung. Es sind die Betriebsarten → Jog, → MDA, → Automatik definiert.

Betriebsartengruppe

Technologisch zusammengehörige Achsen und Spindeln können zu einer Betriebsartengruppe (BAG) zusammengefasst werden. Achsen/Spindeln einer BAG können von einem oder mehreren → Kanälen gesteuert werden. Den Kanälen der BAG ist immer die gleiche → Betriebsart zugeordnet.

Bezeichner

Die Wörter nach DIN 66025 werden durch Bezeichner (Namen) für Variable (Rechenvariable, Systemvariable, Anwendervariable), für Unterprogramme, für Schlüsselwörter und Wörter mit mehreren Adressbuchstaben ergänzt. Diese Ergänzungen kommen in der Bedeutung den Wörtern beim Satzaufbau gleich. Bezeichner müssen eindeutig sein. Derselbe Bezeichner darf nicht für verschiedene Objekte verwendet werden.

Booten

Laden des Systemprogramms nach Power On.

C-Achse

Achse, um die eine gesteuerte Drehbewegung und Positionierung mit der Werkstückspindel erfolgt.

CNC

Siehe → NC

COM

Komponente der NC-Steuerung zur Durchführung und Koordination von Kommunikation.

CPU

Central Processing Unit, siehe → Speicherprogrammierbare Steuerung

C-Spline

Der C-Spline ist der bekannteste und am meisten verwendete Spline. Die Übergänge an den Stützpunkten sind tangential- und krümmungsstetig. Es werden Polynome 3. Grades verwendet.

Datenbaustein

1. Dateneinheit der → PLC, auf die → HIGHSTEP-Programme zugreifen können.
2. Dateneinheit der → NC: Datenbausteine enthalten Datendefinitionen für globale Anwenderdaten. Die Daten können bei der Definition direkt initialisiert werden.

Datenübertragungsprogramm PCIN

PCIN ist ein Hilfsprogramm zum Senden und Empfangen von CNC-Anwenderdaten über die serielle Schnittstelle, wie z. B. Teileprogramme, Werkzeugkorrekturen etc. Das PCIN-Programm ist unter MS-DOS auf Standard-Industrie-PCs lauffähig.

Datenwort

Zwei Byte große Dateneinheit innerhalb eines → Datenbausteins.

Diagnose

1. Bedienbereich der Steuerung
2. Die Steuerung besitzt sowohl ein Selbstdiagnose-Programm als auch Testhilfen für den Service: Status-, Alarm- und Serviceanzeigen

DRF

Differential Resolver Function: NC-Funktion, die in Verbindung mit einem elektronischen Handrad eine inkrementale Nullpunktverschiebung im Automatik-Betrieb erzeugt.

Editor

Der Editor ermöglicht das Erstellen, Ändern, Ergänzen, Zusammenschieben und Einfügen von Programmen/Texten/Programmsätzen.

Eilgang

Schnellste Verfahrgeschwindigkeit einer Achse. Sie wird z. B. verwendet, wenn das Werkzeug aus einer Ruhestellung an die → Werkstückkontur herangefahren oder von der Werkstückkontur zurückgezogen wird. Die Eilganggeschwindigkeit wird maschinenspezifisch über Maschinendatum eingestellt.

Externe Nullpunktverschiebung

Von der → PLC vorgegebene Nullpunktverschiebung.

Fertigteilkontur

Kontur des fertig bearbeiteten Werkstücks. Siehe → Rohteil.

Festpunkt-Anfahren

Werkzeugmaschinen können feste Punkte wie Werkzeugwechsellpunkt, Beladepunkt, Palettenwechsellpunkt etc. definiert anfahren. Die Koordinaten dieser Punkte sind in der Steuerung hinterlegt. Die Steuerung verfährt die betroffenen Achsen, wenn möglich, im → Eilgang.

Frame

Ein Frame stellt eine Rechenvorschrift dar, die ein kartesisches Koordinatensystem in ein anderes kartesisches Koordinatensystem überführt. Ein Frame enthält die Komponenten → Nullpunktverschiebung, → Rotation, → Skalierung, → Spiegelung.

Führungssachse

Die Führungssachse ist die → Gantry-Achse, die aus Sicht des Bedieners und des Programmierers vorhanden und damit entsprechend wie eine normale NC-Achse beeinflussbar ist.

Genauhalt

Bei programmierter Genauhalt-Anweisung wird die in einem Satz angegebene Position genau und ggf. sehr langsam angefahren. Zur Reduktion der Annäherungszeit werden für Eilgang und Vorschub → Genauhaltsgrenzen definiert.

Genauhaltgrenze

Erreichen alle Bahnachsen ihre Genauhaltgrenze, so verhält sich die Steuerung als habe sie einen Zielpunkt exakt erreicht. Es erfolgt Satzweitchaltung des → Teileprogramms.

Geometrie

Beschreibung eines → Werkstücks im → Werkstückkoordinatensystem.

Geometrieachse

Geometrieachsen dienen der Beschreibung eines 2- oder 3-dimensionalen Bereichs im Werkstückkoordinatensystem.

Geradeninterpolation

Das Werkzeug wird auf einer Geraden zum Zielpunkt verfahren und dabei das Werkstück bearbeitet.

Geschwindigkeitsführung

Um bei Verfahrbewegungen um sehr kleine Beträge je Satz eine akzeptable Verfahrgeschwindigkeit erreichen zu können, kann vorausschauende Auswertung über mehrere Sätze (→ Look Ahead) eingestellt werden.

Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter

Mit dieser Funktion können Gewinde ohne Ausgleichsfutter gebohrt werden. Durch das interpolierende Verfahren der Spindel als Rundachse und der Bohrachse werden Gewinde exakt auf Endbohrtiefe geschnitten, z. B. Sacklochgewinde (Voraussetzung: Achsbetrieb der Spindel).

Gleichlaufachse

Die Gleichlaufachse ist die → Gantry-Achse, deren Sollposition stets von der Verfahrbewegung der → Führungachse abgeleitet und damit synchron verfahren wird. Aus Sicht des Bedieners und des Programmierers ist die Gleichlaufachse "nicht vorhanden".

Grenzdrehzahl

Maximale/minimale (Spindel-)Drehzahl: Durch Vorgaben von Maschinendaten, der → PLC oder → Settingdaten kann die maximale Drehzahl einer Spindel begrenzt sein.

Hauptprogramm

Mit Nummer oder Bezeichner gekennzeichnetes → Teileprogramm, in dem weitere Hauptprogramme, Unterprogramme oder → Zyklen aufgerufen werden können.

Hauptsatz

Durch ":" eingeleiteter Satz, der alle Angaben enthält, um den Arbeitsablauf in einem → Teileprogramm starten zu können.

HIGHSTEP

Zusammenfassung der Programmiermöglichkeiten für die → PLC des Systems AS300/AS400.

Hilfsfunktionen

Mit Hilfsfunktionen können in → Teileprogrammen → Parameter an die → PLC übergeben werden, die dort vom Maschinenhersteller definierte Reaktionen auslösen.

Hochsprache CNC

Die Hochsprache bietet: → Anwenderdefinierte Variable, → Systemvariable, → Makrotechnik.

Interpolator

Logische Einheit des → NCK, die nach Angaben von Zielpositionen im Teileprogramm Zwischenwerte für die in den einzelnen Achsen zu fahrenden Bewegungen bestimmt.

Interpolatorische Kompensation

Mit Hilfe der interpolatorischen Kompensation können fertigungsbedingte Spindelsteigungsfehler und Messsystemfehler kompensiert werden (SSFK, MSFK).

Interruptroutine

Interruptroutinen sind spezielle → Unterprogramme, die durch Ereignisse (externe Signale) vom Bearbeitungsprozess gestartet werden können. Ein in Abarbeitung befindlicher Teileprogrammsatz wird abgebrochen, die Unterbrechungsposition der Achsen wird automatisch gespeichert.

JOG

Betriebsart der Steuerung (Einrichtebetrieb): In der Betriebsart JOG kann die Maschine eingerichtet werden. Einzelne Achsen und Spindeln können über die Richtungstasten im Tipbetrieb verfahren werden. Weitere Funktionen in der Betriebsart JOG sind das → Referenzpunktfahren, → Repos sowie → Preset (Istwert setzen).

Kanal

Ein Kanal ist dadurch gekennzeichnet, dass er unabhängig von anderen Kanälen ein → Teileprogramm abarbeiten kann. Ein Kanal steuert exklusiv die ihm zugeordneten Achsen und Spindeln. Teileprogrammabläufe verschiedener Kanäle können durch → Synchronisation koordiniert werden.

Kettenmaß

Auch Inkrementmaß: Angabe eines Bewegungsziels einer Achse durch eine zu verfahrenende Wegstrecke und Richtung bezogen auf einen bereits erreichten Punkt. Siehe → Absolutmaß.

Kompensationsachse

Achse, deren Soll- oder Istwert durch den Kompensationswert modifiziert wird.

Kompensationstabelle

Tabelle von Stützpunkten. Sie liefert für ausgewählte Positionen der Basisachse die Kompensationswerte der Kompensationsachse.

Kompensationswert

Differenz zwischen der durch den Messgeber gemessenen Achsposition und der gewünschten, programmierten Achsposition.

Kontur

Umriss des → Werkstücks

Konturüberwachung

Als Maß für die Konturtreue wird der Schleppfehler innerhalb eines definierbaren Toleranzbandes überwacht. Ein unzulässig hoher Schleppfehler kann sich z. B. durch Überlastung des Antriebs ergeben. In diesem Fall kommt es zu einem Alarm und die Achsen werden stillgesetzt.

Koordinatensystem

Siehe → Maschinenkoordinatensystem, → Werkstückkoordinatensystem

Korrekturspeicher

Datenbereich in der Steuerung, in dem Werkzeugkorrekturdaten hinterlegt sind.

Kreisinterpolation

Das → Werkzeug soll zwischen festgelegten Punkten der Kontur mit einem gegebenen Vorschub auf einem Kreis fahren und dabei das Werkstück bearbeiten.

KÜ

Übersetzungsverhältnis

KV

Kreisverstärkungsfaktor, regelungstechnische Größe eines Regelkreises

Ladespeicher

Der Ladespeicher ist bei der CPU 314 der → SPS gleich dem → Arbeitsspeicher.

Linearachse

Die Linearachse ist eine Achse, welche im Gegensatz zur Rundachse eine Gerade beschreibt.

Look Ahead

Mit der Funktion **Look Ahead** wird durch das "Vorausschauen" über eine parametrierbare Anzahl von Verfahrstrichen ein Optimum an Bearbeitungsgeschwindigkeit erzielt.

Losekompensation

Ausgleich einer mechanischen Maschinenlose, z. B. Umkehrlose bei Kugelrollspindeln. Für jede Achse kann die Losekompensation getrennt eingegeben werden.

Makrotechnik

Zusammenfassung einer Menge von Anweisungen unter einem Bezeichner. Der Bezeichner repräsentiert im Programm die Menge der zusammengefassten Anweisungen.

Maschinenachsen

In der Werkzeugmaschine physikalisch existierende Achsen.

Maschinenfestpunkt

Durch die Werkzeugmaschine eindeutig definierter Punkt, z. B. Maschinen-Referenzpunkt.

Maschinenkoordinatensystem

Koordinatensystem, das auf die Achsen der Werkzeugmaschine bezogen ist.

Maschinennullpunkt

Fester Punkt der Werkzeugmaschine, auf den sich alle (abgeleiteten) Messsysteme zurückführen lassen.

Maschinensteuertafel

Bedientafel der Werkzeugmaschine mit den Bedienelementen Tasten, Drehschalter usw. und einfachen Anzeigeelementen wie LEDs. Sie dient der unmittelbaren Beeinflussung der Werkzeugmaschine über die PLC.

Maßangabe metrisch und inch

Im Bearbeitungsprogramm können Positions- und Steigungswerte in inch programmiert werden. Unabhängig von der programmierbaren Maßangabe (G70/G71) wird die Steuerung auf ein Grundsystem eingestellt.

Masse

Als Masse gilt die Gesamtheit aller untereinander verbundenen inaktiven Teile eines Betriebsmittels, die auch im Fehlerfall keine gefährliche Berührungsspannung annehmen können.

MDA

Betriebsart der Steuerung: Manual Data Automatic. In der Betriebsart MDA können einzelne Programmsätze oder Satzfolgen ohne Bezug auf ein Haupt- oder Unterprogramm eingegeben und anschließend über die Taste NC-Start sofort ausgeführt werden.

Meldungen

Alle im Teileprogramm programmierten Meldungen und vom System erkannte → Alarme werden auf der Bedientafel im Klartext mit Datum und Uhrzeit und dem entsprechenden Symbol für das Löschkriterium angezeigt. Die Anzeige erfolgt getrennt nach Alarmen und Meldungen.

Metrisches Messsystem

Genormtes System von Einheiten: für Längen z. B. mm (Millimeter), m (Meter).

NC

Numerical Control: NC-Steuerung umfasst alle Komponenten der Werkzeugmaschinensteuerung: → NCK, → PLC, HMI, → COM.

Hinweis

Für die Steuerungen SINUMERIK 840D wäre CNC-Steuerung korrekter: Computerized Numerical Control.

NCK

Numerical Control Kernel: Komponente der NC-Steuerung, die → Teileprogramme abarbeitet und im Wesentlichen die Bewegungsvorgänge für die Werkzeugmaschine koordiniert.

Nebensatz

Durch "N" eingeleiteter Satz mit Informationen für einen Arbeitsschritt, z. B. eine Positionsangabe.

Netz

Ein Netz ist die Verbindung von mehreren S7-300 und weiteren Endgeräten, z. B. einem PG, über → Verbindungskabel. Über das Netz erfolgt ein Datenaustausch zwischen den angeschlossenen Geräten.

NRK

Numeric Robotic Kernel (Betriebssystem des → NCK)

Nullpunktverschiebung

Vorgabe eines neuen Bezugspunktes für ein Koordinatensystem durch Bezug auf einen bestehenden Nullpunkt und ein → Frame.

1. Einstellbar

SINUMERIK 840D: Es steht eine projektierbare Anzahl von einstellbaren Nullpunktverschiebungen für jede CNC-Achse zur Verfügung. Die über G-Funktionen anwählbaren Verschiebungen sind alternativ wirksam.

2. Extern

Zusätzlich zu allen Verschiebungen, die die Lage des Werkstücknullpunktes festlegen, kann eine externe Nullpunktverschiebung durch Handrad (DRF-Verschiebung) oder von der PLC überlagert werden.

3. Programmierbar

Mit der Anweisung `TRANS` sind für alle Bahn- und Positionierachsen Nullpunktverschiebungen programmierbar.

NURBS

Die steuerungsinterne Bewegungsführung und Bahninterpolation wird auf Basis von NURBS (Non Uniform Rational B-Splines) durchgeführt. Damit steht bei SINUMERIK 840D steuerungsintern für alle Interpolationen ein einheitliches Verfahren zur Verfügung.

OEM

Für Maschinenhersteller, die ihre eigene Bedienoberfläche erstellen oder technologiespezifische Funktionen in die Steuerung einbringen wollen, sind Freiräume für individuelle Lösungen (OEM-Applikationen) für SINUMERIK 840D vorgesehen.

Orientierter Spindelhalt

Halt der Werkstückspindel in vorgegebener Winkellage, z. B. um an bestimmter Stelle eine Zusatzbearbeitung vorzunehmen.

Orientierter Werkzeugrückzug

RETOOL: Bei Bearbeitungsunterbrechungen (z. B. bei Werkzeugbruch) kann das Werkzeug per Programmbefehl mit vorgegebener Orientierung um einen definierten Weg zurückgezogen werden.

Override

Manuelle bzw. programmierbare Eingriffsmöglichkeit, die es dem Bediener gestattet, programmierte Vorschübe oder Drehzahlen zu überlagern, um sie einem bestimmten Werkstück oder Werkstoff anzupassen.

Peripheriebaugruppe

Peripheriebaugruppen stellen die Verbindung zwischen CPU und Prozess her.

Peripheriebaugruppen sind:

- → Digital-Ein-/Ausgabebaugruppen
- → Analog-Ein-/Ausgabebaugruppen
- → Simulatorbaugruppen

PLC

Programmable Logic Control: → Speicherprogrammierbare Steuerung. Komponente der
→ NC: Anpass-Steuerung zur Bearbeitung der Kontroll-Logik der Werkzeugmaschine.

PLC-Programmierung

Die PLC wird mit der Software **STEP 7** programmiert. Die Programmiersoftware STEP 7 basiert auf dem Standardbetriebssystem **WINDOWS** und enthält die Funktionen der STEP 5 -Programmierung mit innovativen Weiterentwicklungen.

PLC-Programmspeicher

SINUMERIK 840D: Im PLC-Anwenderspeicher werden das PLC-Anwenderprogramm und die Anwenderdaten gemeinsam mit dem PLC-Grundprogramm abgelegt.

Polarkoordinaten

Koordinatensystem, das die Lage eines Punktes in einer Ebene durch seinen Abstand vom Nullpunkt und den Winkel festlegt, den der Radiusvektor mit einer festgelegten Achse bildet.

Polynom-Interpolation

Mit der Polynom-Interpolation können die unterschiedlichsten Kurvenverläufe erzeugt werden, wie **Gerade-, Parabel-, Potenzfunktionen** (SINUMERIK 840D).

Positionierachse

Achse, die eine Hilfsbewegung an einer Werkzeugmaschine ausführt. (z. B. Werkzeugmagazin, Palettentransport). Positionierachsen sind Achsen, die nicht mit den → Bahnachsen interpolieren.

Programmbaustein

Programmbausteine enthalten die Haupt- und Unterprogramme der → Teileprogramme.

Programmierbare Arbeitsfeldbegrenzung

Begrenzung des Bewegungsraumes des Werkzeugs auf einen durch programmierte Begrenzungen definierten Raum.

Programmierbare Frames

Mit programmierbaren → Frames können dynamisch im Zuge der Teileprogramm-Abarbeitung neue Koordinatensystem-Ausgangspunkte definiert werden. Es wird unterschieden nach absoluter Festlegung anhand eines neuen Frames und additiver Festlegung unter Bezug auf einen bestehenden Ausgangspunkt.

Programmierschlüssel

Zeichen und Zeichenfolgen, die in der Programmiersprache für → Teileprogramme eine festgelegte Bedeutung haben.

Pufferbatterie

Die Pufferbatterie gewährleistet, dass das → Anwenderprogramm in der → CPU netzausfallsicher hinterlegt ist und festgelegte Datenbereiche und Merker, Zeiten und Zähler remanent gehalten werden.

Quadrantenfehlerkompensation

Konturfehler an Quadrantenübergängen, die durch wechselnde Reibverhältnisse an Führungsbahnen entstehen, sind mit der Quadrantenfehlerkompensation weitgehend eliminierbar. Die Parametrierung der Quadrantenfehlerkompensation erfolgt durch einen Kreisformtest.

Referenzpunkt

Punkt der Werkzeugmaschine, auf den sich das Messsystem der → Maschinenachsen bezieht.

Rohteil

Teil, mit dem die Bearbeitung eines Werkstücks begonnen wird.

Rotation

Komponente eines → Frames, die eine Drehung des Koordinatensystems um einen bestimmten Winkel definiert.

R-Parameter

Rechenparameter, kann vom Programmierer des → Teileprogramms für beliebige Zwecke im Programm gesetzt oder abgefragt werden.

Rundachse

Rundachsen bewirken eine Werkstück- oder Werkzeugdrehung in eine vorgegebene Winkellage.

Rundungsachse

Rundungsachsen bewirken eine Werkstück- oder Werkzeugdrehung in eine einem Teilungsraster entsprechende Winkellage. Beim Erreichen eines Rasters ist die Rundungsachse "in Position".

Satzsuchlauf

Zum Austesten von Teileprogrammen oder nach einem Abbruch der Bearbeitung kann über die Funktion "Satzsuchlauf" eine beliebige Stelle im Teileprogramm angewählt werden, an der die Bearbeitung gestartet oder fortgesetzt werden soll.

Schlüsselschalter

Der Schlüsselschalter auf der → Maschinensteuertafel besitzt 4 Stellungen, die vom Betriebssystem der Steuerung mit Funktionen belegt sind. Zum Schlüsselschalter gehören drei verschiedenfarbige Schlüssel, die in den angegebenen Stellungen abgezogen werden können.

Schlüsselwörter

Wörter mit festgelegter Schreibweise, die in der Programmiersprache für → Teileprogramme eine definierte Bedeutung haben.

Schneidenradiuskorrektur

Bei der Programmierung einer Kontur wird von einem spitzen Werkzeug ausgegangen. Da dies in der Praxis nicht realisierbar ist, wird der Krümmungsradius des eingesetzten Werkzeugs der Steuerung angegeben und von dieser berücksichtigt. Dabei wird der Krümmungsmittelpunkt um den Krümmungsradius verschoben äquidistant um die Kontur geführt.

Schnellabheben von der Kontur

Beim Eintreffen eines Interrupts kann über das CNC-Bearbeitungsprogramm eine Bewegung eingeleitet werden, die ein schnelles Abheben des Werkzeugs von der gerade bearbeiteten Werkstückkontur ermöglicht. Zusätzlich kann der Rückzugwinkel und der Betrag des Weges parametrisiert werden. Nach dem Schnellabheben kann zusätzlich eine Interruptroutine ausgeführt werden (SINUMERIK 840D).

Schnelle digitale Ein-/Ausgänge

Über die digitalen Eingänge können z. B. schnelle CNC-Programmroutinen (Interruptroutinen) gestartet werden. Über die digitalen CNC-Ausgänge können schnelle, programmgesteuerte Schaltfunktionen ausgelöst werden (SINUMERIK 840D).

Schrägenbearbeitung

Bohr- und Fräsbearbeitungen an Werkstückflächen, die nicht in den Koordinatenebenen der Maschine liegen, können mit Unterstützung der Funktion "Schrägenbearbeitung" komfortabel ausgeführt werden.

Schraubenlinien-Interpolation

Die Schraubenlinien-Interpolation eignet sich besonders zum einfachen Herstellen von Innen- oder Außengewinden mit Formfräsern und zum Fräsen von Schmiernuten.

Dabei setzt sich die Schraubenlinie aus zwei Bewegungen zusammen:

- Kreisbewegung in einer Ebene
- Linearbewegung senkrecht zu dieser Ebene

Schrittmaß

Verfahrweglängenangabe über Inkrementanzahl (Schrittmaß). Inkrementanzahl kann als → Settingdatum hinterlegt sein bzw. durch entsprechend beschriftete Tasten 10, 100, 1000, 10000 gewählt werden.

Schutzraum

Dreidimensionaler Raum innerhalb des → Arbeitsraumes, in den die Werkzeugspitze nicht hineinreichen darf.

Serielle Schnittstelle V.24

Für die Dateneingabe/-ausgabe ist auf der PCU 20 eine serielle V.24-Schnittstelle (RS232), auf der PCU 50/70 sind zwei V.24-Schnittstellen vorhanden. Über diese Schnittstellen können Bearbeitungsprogramme sowie Hersteller- und Anwenderdaten geladen und gesichert werden.

Settingdaten

Daten, die Eigenschaften der Werkzeugmaschine auf durch die Systemsoftware definierte Weise der NC-Steuerung mitteilen.

Sicherheitsfunktionen

Die Steuerung enthält ständig aktive Überwachungen, die Störungen in der → CNC, der Anpass-Steuerung (→ PLC) und der Maschine so frühzeitig erkennen, dass Schäden an Werkstück, Werkzeug oder Maschine weitgehend ausgeschlossen werden. Im Störfall wird der Bearbeitungsablauf unterbrochen und die Antriebe werden stillgesetzt, die Störungsursache gespeichert und als Alarm angezeigt. Gleichzeitig wird der PLC mitgeteilt, dass ein CNC-Alarm ansteht.

Skalierung

Komponente eines → Frames, die achsspezifische Maßstabsveränderungen bewirkt.

Softkey

Taste, deren Beschriftung durch ein Feld im Bildschirm repräsentiert wird, das sich dynamisch der aktuellen Bediensituation anpasst. Die frei belegbaren Funktionstasten (Softkeys) werden softwaremäßig definierten Funktionen zugeordnet.

Software-Endschalter

Software-Endschalter begrenzen den Verfahrbereich einer Achse und verhindern ein Auffahren des Schlittens auf die Hardware-Endschalter. Je Achse sind 2 Wertepaare vorgebar, die getrennt über die → PLC aktiviert werden können.

Speicherprogrammierbare Steuerung

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) sind elektronische Steuerungen, deren Funktion als Programm im Steuerungsgerät gespeichert ist. Aufbau und Verdrahtung des Gerätes hängen also nicht von der Funktion der Steuerung ab. Die speicherprogrammierbare Steuerung hat die Struktur eines Rechners; sie besteht aus CPU (Zentralbaugruppe) mit Speicher, Ein-/Ausgabebaugruppen und internem Bus-System. Die Peripherie und die Programmiersprache sind auf die Belange der Steuerungstechnik ausgerichtet.

Spiegelung

Bei Spiegelung werden die Vorzeichen der Koordinatenwerte einer Kontur bezüglich einer Achse vertauscht. Es kann bezüglich mehrerer Achsen zugleich gespiegelt werden.

Spindelsteigungsfehler-Kompensation

Ausgleich mechanischer Ungenauigkeiten einer am Vorschub beteiligten Kugelrollspindel durch die Steuerung anhand von hinterlegten Messwerten der Abweichungen.

Spline-Interpolation

Mit der Spline-Interpolation kann die Steuerung aus nur wenigen vorgegebenen Stützpunkten einer Sollkontur einen glatten Kurvenverlauf erzeugen.

Standardzyklen

Für häufig wiederkehrende Bearbeitungsaufgaben stehen Standardzyklen zur Verfügung:

- für die Technologie Bohren/Fräsen
- für die Technologie Drehen

Im Bedienbereich "Programm" werden unter dem Menü "Zyklusunterstützung" die zur Verfügung stehenden Zyklen aufgelistet. Nach Anwahl des gewünschten Bearbeitungszyklus werden die notwendigen Parameter für die Wertzuweisung im Klartext angezeigt.

Synchronachsen

Synchronachsen benötigen für ihren Weg die gleiche Zeit wie die Geometrieachsen für ihren Bahnweg.

Synchronaktionen

1. Hilfsfunktionsausgabe

Während der Werkstückbearbeitung können aus dem CNC-Programm heraus technologische Funktionen (→ Hilfsfunktionen) an die PLC ausgegeben werden. Über diese Hilfsfunktionen werden beispielsweise Zusatzeinrichtungen der Werkzeugmaschine gesteuert, wie Pinole, Greifer, Spannfutter etc.

2. Schnelle Hilfsfunktionsausgabe

Für zeitkritische Schaltfunktionen können die Quittierungszeiten für die → Hilfsfunktionen minimiert und unnötige Haltepunkte im Bearbeitungsprozess vermieden werden.

Synchronisation

Anweisungen in → Teileprogrammen zur Koordination der Abläufe in verschiedenen → Kanälen an bestimmten Bearbeitungsstellen.

Systemspeicher

Der Systemspeicher ist ein Speicher in der CPU, in der folgende Daten abgelegt werden:

- Daten, die das Betriebssystem benötigt
- die Operanden Zeiten, Zähler, Merker

Systemvariable

Ohne Zutun des Programmierers eines → Teileprogramms existierende Variable. Sie ist definiert durch einen Datentyp und dem Variablennamen, der durch das Zeichen \$ eingeleitet wird. Siehe → Anwenderdefinierte Variable.

Teileprogramm

Folge von Anweisungen an die NC-Steuerung, die insgesamt die Erzeugung eines bestimmten → Werkstücks bewirken. Ebenso Vornahme einer bestimmten Bearbeitung an einem gegebenen → Rohteil.

Teileprogrammsatz

Teil eines → Teileprogramms, durch Line Feed abgegrenzt. Es werden → Hauptsätze und → Nebensätze unterschieden.

Teileprogrammverwaltung

Die Teileprogrammverwaltung kann nach → Werkstücken organisiert werden. Die Größe des Anwenderspeichers bestimmt die Anzahl der zu verwaltenden Programme und Daten. Jede Datei (Programme und Daten) kann mit einem Namen von maximal 24 alphanumerischen Zeichen versehen werden.

Text-Editor

Siehe → Editor

TOA-Bereich

Der TOA-Bereich umfasst alle Werkzeug- und Magazindaten. Standardmäßig fällt der Bereich bzgl. der Reichweite der Daten mit dem Bereich → Kanal zusammen. Über Maschinendaten kann jedoch festgelegt werden, dass sich mehrere Kanäle eine → TOA-Einheit teilen, so dass diesen Kanälen dann gemeinsame WZV-Daten zur Verfügung stehen.

TOA-Einheit

Jeder → TOA-Bereich kann mehrere TOA-Einheiten enthalten. Die Anzahl der möglichen TOA-Einheiten wird über die maximale Anzahl aktiver → Kanäle begrenzt. Eine TOA-Einheit umfasst genau einen WZ-Daten-Baustein und einen Magazindaten-Baustein. Zusätzlich kann noch ein WZ-Trägerdaten-Baustein enthalten sein (optional).

Transformation

Additive oder absolute Nullpunktverschiebung einer Achse.

Unterprogramm

Folge von Anweisungen eines → Teileprogramms, die mit unterschiedlichen Versorgungsparametern wiederholt aufgerufen werden kann. Der Aufruf des Unterprogramms erfolgt aus einem Hauptprogramm. Jedes Unterprogramm kann gegen nicht autorisiertes Auslesen und Anzeigen gesperrt werden. → Zyklen sind eine Form von Unterprogrammen.

Urlöschen

Beim Urlöschen werden folgende Speicher der → CPU gelöscht:

- → Arbeitsspeicher
- Schreib-/Lesebereich des → Ladespeichers
- → Systemspeicher
- → Backup-Speicher

Variablendefinition

Eine Variablendefinition umfasst die Festlegung eines Datentyps und eines Variablennamens. Mit dem Variablennamen kann der Wert der Variablen angesprochen werden.

Verbindungskabel

Verbindungskabel sind vorgefertigte bzw. vom Anwender selbst anzufertigende 2-Draht-Leitungen mit 2 Anschlusssteckern. Diese Verbindungskabel verbinden die → CPU über die → Mehrpunkt-Schnittstelle (MPI) mit einem → PG bzw. mit anderen CPUs.

Verfahrbereich

Der maximal zulässige Verfahrbereich bei Linearachsen beträgt ± 9 Dekaden. Der absolute Wert ist abhängig von der gewählten Eingabe- und Lageregelfeinheit und dem Einheitensystem (inch oder metrisch).

Vorkoinzidenz

Satzwechsel bereits, wenn Bahnweg um ein vorgegebenes Delta der Endposition nahe gekommen ist.

Vorschub-Override

Der programmierten Geschwindigkeit wird die aktuelle Geschwindigkeitseinstellung über → Maschinensteuertafel oder von der → PLC überlagert (0-200%). Die Vorschubgeschwindigkeit kann zusätzlich im Bearbeitungsprogramm durch einen programmierbaren Prozentfaktor (1-200%) korrigiert werden.

Vorsteuerung, dynamisch

Ungenauigkeiten der → Kontur, bedingt durch Schleppfehler, lassen sich durch die dynamische, beschleunigungsabhängige Vorsteuerung nahezu eliminieren. Dadurch ergibt sich auch bei hohen → Bahngeschwindigkeiten eine hervorragende Bearbeitungsgenauigkeit. Die Vorsteuerung kann achsspezifisch über das → Teileprogramm an- und abgewählt werden.

Werkstück

Von der Werkzeugmaschine zu erstellendes/zu bearbeitendes Teil.

Werkstückkontur

Sollkontur des zu erstellenden/bearbeitenden → Werkstücks.

Werkstückkoordinatensystem

Das Werkstückkoordinatensystem hat seinen Ausgangspunkt im → Werkstücknullpunkt. Bei Programmierung im Werkstückkoordinatensystem beziehen sich Maße und Richtungen auf dieses System.

Werkstücknullpunkt

Der Werkstücknullpunkt bildet den Ausgangspunkt für das → Werkstückkoordinatensystem. Er ist durch Abstände zum → Maschinennullpunkt definiert.

Werkzeug

An der Werkzeugmaschine wirksames Teil, das die Bearbeitung bewirkt (z. B. Drehmeißel, Fräser, Bohrer, LASER-Strahl ...).

Werkzeugkorrektur

Berücksichtigung der Werkzeug-Abmessungen bei der Berechnung der Bahn.

Werkzeugradiuskorrektur

Um eine gewünschte → Werkstückkontur direkt programmieren zu können, muss die Steuerung unter Berücksichtigung des Radius des eingesetzten Werkzeugs eine äquidistante Bahn zur programmierten Kontur verfahren (G41/G42).

WinSCP

WinSCP ist ein frei verfügbares Open Source-Programm für Windows zum Transferieren von Dateien.

Zeitreziproker Vorschub

Bei SINUMERIK 840D kann anstelle der Vorschubgeschwindigkeit für die Achsbewegung die Zeit programmiert werden, die der Bahnweg eines Satzes benötigen soll (G93).

Zoll-Maßsystem

Maßsystem, das Entfernungen in "inch" und Bruchteilen davon definiert.

Zwischensätze

Verfahrensbewegungen mit angewählter → Werkzeugkorrektur (G41/G42) dürfen durch eine begrenzte Anzahl Zwischensätze (Sätze ohne Achsbewegungen in der Korrektorebene) unterbrochen werden, wobei die Werkzeugkorrektur noch korrekt verrechnet werden kann. Die zulässige Anzahl Zwischensätze, die die Steuerung vorausliest, ist über Systemparameter einstellbar.

Zyklen

Geschützte Unterprogramme zur Ausführung von wiederholt auftretenden Bearbeitungsvorgängen am → Werkstück.

Index

\$

\$AA_ACC, 146
\$AA_OFF, 398
\$AC_TOFF, 93
\$AC_TOFFL, 93
\$AC_TOFFR, 93
\$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS, 414
\$AC_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS, 414
\$AC_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE, 414
\$AC_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE, 414
\$P_GWPS, 109
\$P_TOFF, 93
\$P_TOFFL, 93
\$P_TOFFR, 93
\$TC_TPG1/...8/...9, 108

A

A=..., 174
Absolutmaß, 19
AC, 127, 165, 220
ACC, 144
ACCLIMA, 428
Achstypen
 Bahnachsen, 441
 Hauptspindel, 440
 Kanalachsen, 441
 Maschinenachsen, 441
 Positionierachsen, 442
 Synchronachsen, 443
 Zusatzachsen, 440
ACN, 127, 174
ACP, 127, 174
ADIS, 343
ADISPOS, 343
Adressbuchstaben, 510
Adresse, 39
 Erweiterte Adresse, 453
 mit axialer Erweiterung, 452
 modal wirksam, 452
 satzweise wirksam, 452
 Wertzuweisung, 44

Adressen, 450
 Feste Adressen, 511
ALF, 272, 277
AMIRROR, 357
AMIRROR, 384
An- bzw. Abfahrgeschwindigkeiten, 319
An-, Abfahrwege, 297
Anfahrpunkt/-winkel, 299
ANG, 242, 247, 461
ANG1, 244
ANG2, 244, 247
Anschlagpunkt, 25
Anweisung, 39
Anweisungen
 Liste, 459, 509
AP, 198, 202, 207, 210, 223, 232
AR, 210, 220, 232, 235
Arbeitsebene, 23, 161
Arbeitsfeldbegrenzung
 Bezugspunkte am Werkzeug, 412
 ein-/ ausschalten, 409
 im BKS, 408
 im WKS/ENS, 413
AROT, 357, 369
AROTS, 379
ASCALE, 357, 380
ATRANS, 357, 360, 366
Ausblendebenen, 47
Ausgleichsbewegung
 bei Kollisionsüberwachung, 329
Axiale DRF Abwahl, 397

B

B=..., 174
Bahnachsen
 mit Handradüberlagerung verfahren, 141
Bahnachsen, 441
Bahnachsen fahren bei G0 als Positionierachsen, 205
Bahnsteuerbetrieb, 343, 346
 bei Positionierachsen, 350
 im Eilgang G0, 353
 Look Ahead, 352
 mit programmierbarem Übergangsschleifen, 347
Bahntangente, 301

Basiskoordinatensystem (BKS), 31
Basis-Nullpunktsystem, 33
Basisverschiebung, 33
Befehl, 39
Beschleunigung
 Modus, 425
Bezeichner, 37, 41, 454
 Variablen-Bezeichner, 455
Binär-Konstanten, 457
BNS, 33
Bohrer, 79
BRISK, 425
BRISKA, 425

C

C=..., 174
CALCPOSI, 412, 557
CDOF, 328
CDOF2, 328
CDON, 328
CFC, 146, 234
CFIN, 146
CFTCP, 146
CHF, 278
CHR, 244, 247, 278
CIP, 210, 225
COARSEA, 127
CORROF, 396, 398
CPRECOF, 433
CPRECON, 433
CR, 210, 218, 235
CROTS, 379
CT, 210, 228
CUT2D, 331
CUT2DF, 331
CUTCONOF, 335
CUTCONON, 335

D

D..., 84
D0, 84
DAC, 182
Datentypen, 564
DC, 127, 174
DIAM90, 180
DIAM90A, 182
DIAMCHAN, 182
DIAMCHANA, 182
DIAMOF, 180
DIAMOFA, 182

DIAMON, 180
DIAMONA, 182
DIC, 182
DILF, 272
DIN 66025, 39
DIN 66217, 28
DISC, 305
DISC=..., 307
DISCL, 310
DISR, 310
DITE, 261
DITS, 261
D-Nummer, 84
Drehfunktionen
 Fase, Rundung, 279
Drehsinn, 29
Drehwerkzeuge, 81
Drei-Finger-Regel, 28
DRFOF, 396
DRIVE, 425
DRIVEA, 425
Durchmesser-Programmierung, 180
DYNFINISH, 430
DYNNORM, 430
DYNPOS, 430
DYNROUGH, 430
DYNSEMIFIN, 430

E

Eckenverhalten
 Schnittpunkt, 309
 Übergangskreis, 307
Eilgangbewegung, 202
Ein- und Auslaufwege, programmierbar, 261
Endpunktprogrammieren, 317
ENS, 34
Erweiterte Adresse, 453
Evolvente, 235

F

F, 434
F..., 207, 264
FA, 120, 134
FAD, 310
Fahrbefehl, 191
Fahrverhalten, abhängig von DISC-Werten, 308
Fase, 278
FB, 152
FD, 140
FDA, 140

- Festanschlag, 419
 Klemmmoment, 422
 Überwachung, 422
 Festpunkt anfahren, 417
 FFWOF, 432
 FFWON, 432
 FGREF, 111
 FGROUP, 111
 FINEA, 127
 FL, 111
 Flaschenhalserkennung, 330
 FMA, 476
 FP, 417
 FPR, 134
 FPRAOF, 134
 FPRAON, 134
 Frame abwählen, 395
 Frame-Anweisungen
 Additive Anweisungen, 357
 Einstellbare und programmierbare
 Anweisungen, 358
 Ersetzende Anweisungen, 359
 Programmierbare Drehung, 369
 Programmierbare Nullpunktverschiebung, 362, 367
 Programmierbare Spiegelung, 384
 Programmierbarer Maßstabsfaktor, 381
 Framedrehung in Arbeitsrichtung
 G18, 392
 G18 oder G19, 392, 393
 Framedrehung in Werkzeugrichtung, 391
 Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung,
 TOFRAME, TOROT, PAROT, 390
 Frame-Konzept, 355
 Frames, 35
 Fräswerkzeuge, 77
 FRC, 278, 475, 477
 FRCM, 278, 477
 FXS, 419
 FXST, 419
 FXSW, 419
- G**
- G0, 198, 202, 353
 G1, 198, 207
 G110, 195
 G111, 195
 G112, 195
 G140, 310
 G141, 310
 G142, 310
 G143, 310
 G147, 310
 G148, 310
 G153, 155, 395
 G17, 161, 292, 333
 G18, 161, 292
 G19, 161, 292, 333
 G2, 198, 210, 214, 218, 220, 223, 232
 G247, 310
 G248, 310
 G25, 109, 408
 G26, 109, 408
 G3, 198, 210, 214, 218, 220, 223, 232
 G33, 252
 G331, 266
 G332, 266
 G34, 264
 G340, 310
 G341, 310
 G347, 310
 G348, 310
 G35, 264
 G4, 434
 G40, 285, 300
 G41, 84, 285, 299
 G42, 84, 285, 299
 G450, 305
 G451, 305
 G460, 323
 G461, 323
 G462, 323
 G500, 155
 G505 ... G599, 155, 160
 G53, 155, 395
 G54, 155
 G55, 155
 G56, 155
 G57, 155
 G58, 366
 G59, 366
 G60, 339
 G601, 339, 350
 G602, 339
 G603, 339
 G63, 270
 G64, 343
 G641, 343
 G642, 343
 G643, 343
 G644, 343
 G70, 177
 G700, 177
 G71, 177
 G710, 177

G74, 416
G75, 417
G9, 339
G90, 165
G91, 168
G93, 111
G94, 111
G95, 111
G96, 100
G961, 100
G962, 100
G97, 100
G971, 100
G972, 100
G973, 100
Genauhalt, 339
Geometrieachsen, 31, 439
 umschaltbare, 439
Geraden
 -interpolation, 207
Gewinde
 mehrgängig, 253
Gewindebohren
 mit Ausgleichsfutter, 270
 ohne Ausgleichsfutter, 266
Gewindekette, 254
Gewindeschneiden, 252, 264, 272
Gewindesteigung, 264
G-Funktionenliste, 520
GWPSOF, 107
GWPSON, 107

H

Halt
 am Zyklusende, 406
 Programmierter, 406
 Wahlweiser, 406
Handradfahren
 mit Geschwindigkeitsüberlagerung, 143
 mit Wegvorgabe, 142
Handradüberlagerung, 140
Hauptachsen, 439
Hauptspindel, 440
Helixinterpolation, 232
Hexadezimal-Konstanten, 456
Hilfsfunktionsausgabe
 im Bahnsteuerbetrieb, 402
 Schnelle, 401
Hilfsfunktionsausgaben, 399

I

I, 266
I..., 264
IC, 127, 168
Inch-Maßangaben, 177
Inkrementalmaß, 20
Interner Vorlaufstopp, 123, 436
Interpolationsparameter IP, 452
INVCCW, 235
INVCW, 235
IP, 452
IPOBRKA, 127
IPOENDA, 127

J

J, 214, 266
J..., 264
JERKLIMA, 428

K

K, 210, 214, 232, 266
K..., 264
Kanalachsen, 441
Kartesische Koordinaten, 15
Kegelgewinde, 260
Kennung
 für spezielle Zahlenwerte, 51
 für systemeigene Variablen, 51
 für Zeichenkette, 51
Kettenmaß, 20
Kettenmaßangabe, 168
Kinematische Transformation, 31
Klemmoment, 422
Kollisionen, 300
Kollisionsüberwachung, 328
Kommandoachsen, 443
Kommentare, 45
Konstante
 Scheibenumfangsgeschwindigkeit, 107
Konstante Schnittgeschwindigkeit
 Achstausch zugeordneter Kanalachse, 105
 beibehalten, 105
 einschalten, 104
 obere Drehzahlbegrenzung, 104
Konstanten, 456
 Binär-Konstanten, 457
 Hexadezimal-Konstanten, 456
 Integer-Konstanten, 456
KONT, 297, 305

- KONTC, 297
 KONTT, 297
 Kontur
 anfahren/verlassen, 297
 -element, 191
 -genauigkeit, programmierbare, 433
 -punkt, 297
 Konturecke anfasen, 278
 Konturecke verrunden, 278
 Konturrechner, 241
 Konturzüge
 2 Geraden, 244
 3 Geraden, 247
 Gerade mit Winkel, 242
 Konturzug-Programmierung, 241
 Koordinaten
 kartesische, 193
 Kartesische, 15
 Polar-, 18, 198
 Zylinder-, 199
 Koordinatensystem
 Werkstück-, 35
 Koordinatensysteme, 13
 Koordinatensysteme, 27
 Koordinatensysteme und Werkstückbearbeitung, 448
 Koordinatentransformationen (Frames), 35
 Korrektur
 Werkzeuglängen-, 72
 Werkzeugradius-, 73
 Korrekturbetrieb
 ausschalten (G40), 300
 ausschalten (G40, KONT), 303
 Korrektorebene, 334
 Korrekturspeicher, 74
 Kreisinterpolation
 Angabe der Arbeitsebene, 217
 Schraubenlinieninterpolation, 232
 Kreisprogrammierung
 mit Mittel- und Endpunkt, 210, 214
 mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt, 210, 220
 mit Polarkoordinaten, 223
 mit Polarwinkel und Polarradius, 210
 mit Radius und Endpunkt, 210, 218
 mit tangentialem Übergang, 210
 mit Zwischen- und Endpunkt, 210, 225
- L**
- Lagegeregelte Spindeln positionieren
 Spindel aus dem Stillstand positionieren, 133
 Spindel aus der Drehung positionieren, 125
 Lagegeregelter Spindelbetrieb, 124
- Leerweg, 309
 LF, 52
 LFOF, 272
 LFON, 272
 LFPOS, 274, 276
 LFTXT, 274, 276
 LFWP, 274, 276
 LIFTFAST, 272, 274
 LIMS, 100
 LINE FEED, 43
 Lineare Interpolation, 205
 Linksgewinde, 254
 Liste
 der Wegbedingungen (G-Funktionen), 520
 Lochstreifenformat, 38
 Logischer Operator, 564
 Look Ahead, 352
- M**
- M..., 403
 M0, 403
 M1, 95, 403
 M17, 403
 M19, 126
 M2, 403
 M3, 95, 125, 403
 M30, 403
 M4, 95, 125, 403
 M40, 403
 M41, 125, 403
 M42, 403
 M43, 403
 M44, 403
 M45, 125, 403
 M5, 95, 125, 403
 M6, 63, 403
 M7, 405
 M70, 126
 Maschinenachsen, 441
 Maschinenkoordinatensystem, 27
 Maschinen-Nullpunkt, 25
 Maßangaben, 165
 für Rundachsen und Spindeln, 174
 im Durchmesser, 180
 im Radius, 180
 in Inch, 177
 in Millimetern, 177
 Masterspindel, 440
 MD10652, 241
 MD10654, 241
 Mehrere Vorschubwerte in einem Satz, 149

Meldungen, 407
M-Funktionen, 403
Millimeter-Maßangaben, 177
MIRROR, 357
MIRROR, 384
MKS, 27
Modal wirksam, 42
Modaler Vorschub, 279
Modales Verrunden, 278
MSG, 343, 407

N

NC-Hochsprache, 41
NC-Programm
 erstellen, 50
NC-Programmierung
 Zeichenvorrat, 51
Nicht-Lineare Interpolation, 205
NORM, 297, 299, 303
Nullframe, 157
Nullpunkte, 25
 beim Drehen, 188
Nullpunktsystem
 Einstellbares, 34
Nullpunktverschiebung
 einstellbar, 155
 Einstellbare, 34
 Verschiebewerte, 159
Nutsäge, 83

O

OFFN, 285
Offset
 Werkzeuglängen-, 88
 Werkzeugradius-, 88
Operator
 Logischer Operator, 564
 Vergleichs-, 564
ORIPATH, 491
ORIPATHS, 492
OVR, 138
OVRA, 138
OVRRAP, 138

P

PAROT, 390
PAROTOF, 390
Planachse, 180, 189

Plangewinde, 259
PLC-Achsen, 443, 446
PM, 312
Pol, 195
Polarkoordinaten, 18, 198
Polarradius, 18, 199
Polarwinkel, 18, 199
POLF, 274
POLFMASK, 274
POLFMLIN, 274
POS, 120
POSA, 120
Positionenlesen, 322
Positionierachsen, 442
 verfahren, 120
POSP, 120
PR, 312
Programm
 -ende, 42, 406
 -kopf, 53
 -name, 37
Programmierbare Drehung
 Drehrichtung, 375
 Ebenenwechsel, 373
 im Raum, 374
 ROT, AROT, 369
Programmierbare Framedrehungen mit
 Raumwinkeln, 379
Programmierbare Nullpunktverschiebung
 G58, G59, 366
 TRANS, ATRANS, 360
Programmierbare Spiegelung, MIRROR,
 AMIRROR, 384
Programmierbarer Maßstabsfaktor, SCALE,
 ASCALE, 380
Programmierbefehle
 Liste, 459, 509
Programmierte Drehung in der Ebene, 373
Programmierter Halt, 406
programmierter Vorschub, 279
PUTFTOC, 108
PUTFTOCF, 108

Q

QU, 401

R

RAC, 182
Radius-Programmierung, 180
Rechenfunktion, 563

Rechenoperator, 563
 Rechtsgewinde, 254
 Referenzpunkt, 25
 Referenzpunkte, 25
 Referenzpunktfahren, 416
 RIC, 182
 Richtungswechsel, 306
 RND, 247, 278
 RNDM, 278
 Rohteilform, 297
 ROT, 357, 369
 ROTS, 379
 RP, 198, 202, 207, 210, 223, 232
 RPL, 369
 RTLIOF, 202
 RTLION, 202
 Ruckbegrenzung, 425
 Rückbegrenzung, 428
 Rückzugrichtung, 274
 Rückzugsgeschwindigkeit, 277
 Rückzugsweg, 274
 Rundung, 278

S

S, 95, 107, 434
 S1, 95, 107, 109
 S2, 95, 96, 109
 Satz, 39
 -aufbau, 39
 ausblenden, 46
 ausblenden:, 47
 -ende, 43
 -komponenten, 39
 -länge, 43
 -nummer, 42
 Reihenfolge der Anweisungen, 43
 Satzende LF, 52
 Satzwechselzeitpunkt einstellbar bei G0, 206
 Satzweise wirksam, 42
 Satzweiser Vorschub, 279
 SCALE, 357, 380
 SCC, 100
 Scheibenumfangsgeschwindigkeit, 107
 Scheibenumfangsgeschwindigkeit, konstante, 107
 Schleifwerkzeuge, 80
 Schneiden
 -lage, 74
 -mittelpunkt, 74
 -radius, 74
 Schneidenbezugspunkt, 337
 Schneidenlage

relevante, 337
 Schneidennummer, 86
 Schnittgeschwindigkeit
 konstante, 100
 Schraubenlinieninterpolation
 Programmierung des Endpunktes, 234
 SD42440, 169
 SD42442, 169
 SD42940, 91
 SD42950, 91
 SETMS, 95
 SF, 253, 255
 SOFT, 425
 SOFTA, 425
 Sonderwerkzeuge, 83
 Sonderzeichen, 51
 SPCOF, 124
 SPCON, 124
 SPI, 134
 SPIF1, 501
 SPIF2, 501
 Spindel, 95
 -drehzahl, -drehrichtung und Halt, 125
 Masterspindel definieren, SETMS(n), 99
 Masterspindel mit Arbeitsspindel, 97
 M-Funktionen, 406
 Spindeldrehrichtungen, 95
 Spindeldrehzahl S, 96
 Spindeldrehzahl vor/nach Achsbewegungen, 98
 Spindeldrehzahl, 434
 Spindeldrehzahlbegrenzung, 109, 150, 152
 Spindeln
 Arbeiten mit mehreren Spindeln, 98
 Lage geregelter Spindelbetrieb, 124
 positionieren im Achsbetrieb, 125
 SPOS, 126
 SPOSA, 126
 SR, 502
 SRA, 502
 ST, 502
 STA, 502
 Startpunkt, 25, 191
 Startpunktversatz, 253
 SUG, 80, 107, 108, 109
 SUPA, 155, 395
 Synchronachsen, 443

T

T..., 63
 T=..., 62
 T0, 62, 63

Technologie G-Gruppe, 430
 TOFF, 88
 TOFFL, 88
 TOFFR, 88
 TOFRAME, 390
 TOFRAMEX, 390
 TOFRAMEY, 390
 TOFRAMEZ, 390
 TOROT, 390
 TOROTOF, 390
 TOROTX, 390
 TOROTY, 390
 TOROTZ, 390
 TRAFOOF, 416
 TRANS, 357, 360, 366
 TURN, 232

U

Übergang aktueller/nächster Satz, 302
 Übergangs
 -ellipse/-Parabel/-Hyperbel, 308
 -kreis, 307
 -radius, 306
 Übergangskreis, 330
 Überschleifen
 an der Kontur, 344
 Erweiterungen, 348
 mit G641, 348
 mit G642, 349
 mit G643, 349
 mit Konturtoleranz bei G642 und G643, 349
 mit maximal möglicher Dynamik bei G644, 350
 Übersicht
 Vorschubarten, 111
 Überwachung
 Festanschlag-, 420

V

Variablen-Bezeichner, 455
 VELOLIMA, 428
 Vergleichsoperator, 564
 Verrunden
 modales, 278
 Verweilzeit, 434
 Vorlaufstopp, 123
 Interner, 436
 Vorschub, 111, 434
 Beispiel Optimierung, 148
 FPRAON, FPRAOFF, 134, 137
 für Bahnachsen, F, 115

 für Positionierachsen, 134
 für Synchronachsen, F, 116
 G95 FPR(...), 136
 Maßeinheit für Rund- und Linearachsen, 118
 Maßeinheit für Synchronachsen mit
 Grenzgeschwindigkeit FL, 118
 Maßeinheiten metrisch/inch, 117, 136
 mit Handradüberlagerung, FD, FDA, 140
 modaler, 279
 Optimierung bei gekrümmten Bahnstücken,
 CFTCP, CFC, CFIN, 147
 Override, 142
 programmierter, 279
 Rundachsen mit Bahngeschwindigkeit F
 verfahren, 119
 Vorschub satzweiser, 279
 Vorschub-geschwindigkeit, 207
 Vorschubkorrektur, prozentuale, OVR,OVRA, 138
 Vorschubwerte in einem Satz, 149

W

Wahlweiser Halt, 406
 WAITMC, 120
 WAITP, 120
 WAITS, 127
 WALCS0, 413
 WALCS1-10, 413
 WALIMOF, 408
 WALIMON, 408
 weiches An-, und Abfahren, 310
 Werkstück
 -kontur, 192
 Werkstückkoordinatensystem
 am Werkstück ausrichten, 391
 Werkstück-Koordinatensystem, 35
 Werkstück-Nullpunkt, 25
 Werkzeug
 -gruppe, 76
 -Korrekturspeicher, 74
 -längenkorrektur, 72
 -radiuskorrektur, 73
 -schneide, 84
 -spitze, 74
 -typ, 76
 -typennummer, 76
 Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage, 337
 Werkzeugkorrektur
 CUT2D, CUT2DF, 331
 CUT2D, CUT2DF mit Konturwerkzeugen, 332
 -Offset, 88
 Schneidenanzahl von Konturwerkzeugen, 332

Werkzeugkorrekturen
 Korrektur an Außenecken, 305
 Weiches An- und Abfahren(WAB), 310
Werkzeugradiuskorrektur, 285
 CUT2D, 333
 CUT2DF, 334
 Eckenverhalten, 307
 Eckenverhalten Schnittpunkt, 309
 Eckenverhalten Übergangskreis, 307
 Eckenverhalten wählbare Übergänge, 307
 Wechsel der Korrekturnummer D, 295
 Wechsel der Korrekturrichtung, 294
Werkzeugträgerbezugspunkt, 25
Werkzeugwechsellpunkt, 300
Wertzuzuweisung, 44
Winkel
 Konturzug-Winkel, 242, 244, 247
Wirksamkeit
 modal, 452
 satzweise, 452
WKS, 35

X

X..., 193
X2, 242
X3, 244

Y

Y..., 193

Z

Z..., 193
Z1, 244, 247
Z2, 242, 244, 247
Z3, 247
Z4, 247
Zeichenvorrat, 51
Zielpunkt, 191
Zusatzachsen, 440
Zustellbewegung, 307
Zylindergewinde, 258
Zylinderkoordinaten, 199

