SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl / 828D Grundlagen

Programmierhandbuch

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

Gültig für

Steuerung
SINUMERIK 840D sl / 840DE sl
SINUMERIK 828D

Software	Version
CNC-Software	4.5 SP2

03/2013
6FC5398-1BP40-3AA1

Rechtliche Hinweise

Warnhinweiskonzept

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
bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

ACHTUNG
bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

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 zu dieser Dokumentation zugehörige Produkt/System darf nur von für die jeweilige Aufgabenstellung **qualifiziertem Personal** gehandhabt werden unter Beachtung der für die jeweilige Aufgabenstellung zugehörigen Dokumentation, insbesondere der darin enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise. Qualifiziertes Personal ist auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung befähigt, im Umgang mit diesen Produkten/Systemen Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Siemens-Produkten

Beachten Sie Folgendes:

⚠ WARNUNG
Siemens-Produkte dürfen nur für die im Katalog und in der zugehörigen technischen Dokumentation vorgesehenen Einsatzfälle verwendet werden. Falls Fremdprodukte und -komponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Siemens empfohlen bzw. zugelassen sein. Der einwandfreie und sichere Betrieb der Produkte setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung voraus. Die zulässigen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden. Hinweise in den zugehörigen Dokumentationen müssen beachtet werden.

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.

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
DEUTSCHLAND

Dokumentbestellnummer: 6FC5398-1BP40-3AA1
Ⓟ 03/2013 Änderungen vorbehalten

Copyright © Siemens AG 1995 - 2013.
Alle Rechte vorbehalten

Vorwort

SINUMERIK-Dokumentation

Die SINUMERIK-Dokumentation ist in folgende Kategorien gegliedert:

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

Weiterführende Informationen

Unter dem Link www.siemens.com/motioncontrol/docu finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- Dokumentation bestellen / Druckschriftenübersicht
- Weiterführende Links für den Download von Dokumenten
- Dokumentation online nutzen (Handbücher/Informationen finden und durchsuchen)

Bei Fragen zur Technischen Dokumentation (z. B. Anregungen, Korrekturen) senden Sie bitte eine E-Mail an folgende Adresse:

docu.motioncontrol@siemens.com

My Documentation Manager (MDM)

Unter folgendem Link finden Sie Informationen, um auf Basis der Siemens Inhalte eine OEM-spezifische Maschinen-Dokumentation individuell zusammenstellen:

www.siemens.com/mdm

Training

Informationen zum Trainingsangebot finden Sie unter:

- www.siemens.com/sitrain

  SITRAIN - das Training von Siemens für Produkte, Systeme und Lösungen der Automatisierungstechnik
- www.siemens.com/sinutrain

  SinuTrain - Trainingssoftware für SINUMERIK

FAQs

Frequently Asked Questions finden Sie in den Service&Support Seiten unter Produkt Support. http://support.automation.siemens.com

SINUMERIK

Informationen zu SINUMERIK finden Sie unter folgendem Link:

www.siemens.com/sinumerik

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

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

Informationen zu Struktur und Inhalt

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-Steuerung ermöglicht mit einer speziellen Programmiersprache die Programmierung eines komplexen Werkstückprogramms (z. B. Freiformflächen, Kanalkoordinierung, ...) und erleichtert dem Technologen eine aufwendige Programmierung.

Verfügbarkeit der beschriebenen NC-Sprachelemente

Alle im vorliegenden Handbuch beschriebenen NC-Sprachelemente stehen für SINUMERIK 840D sl zur Verfügung. Die Verfügbarkeit bezüglich SINUMERIK 828D ist der Tabelle "Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D (Seite 459)" zu entnehmen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 3

1 Geometrische Grundlagen 13

1.1 Werkstück-Positionen 13
1.1.1 Werkstück-Koordinatensysteme 13
1.1.2 Kartesische Koordinaten 14
1.1.3 Polarkoordinaten 17
1.1.4 Absolutmaß 18
1.1.5 Kettenmaß 20

1.2 Arbeitsebenen 21

1.3 Nullpunkte und Bezugspunkte 22

1.4 Koordinatensysteme 24
1.4.1 Maschinen-Koordinatensystem (MKS) 24
1.4.2 Basis-Koordinatensystem (BKS) 27
1.4.3 Basis-Nullpunktsystem (BNS) 29
1.4.4 Einstellbares Nullpunktsystem (ENS) 30
1.4.5 Werkstück-Koordinatensystem (WKS) 31
1.4.6 Wie hängen die verschiedenen Koordinatensysteme zusammen? 31

2 Grundlagen der NC-Programmierung 33

2.1 Benennung eines NC-Programms 33

2.2 Aufbau und Inhalte eines NC-Programms 35
2.2.1 Sätze und Satzkomponenten 35
2.2.2 Satzregeln 37
2.2.3 Wertzuweisungen 38
2.2.4 Kommentare 39
2.2.5 Ausblenden von Sätzen 39

3 Anlegen eines NC-Programms 43

3.1 Grundsätzliches Vorgehen 43

3.2 Verfügbare Zeichen 44

3.3 Programmkopf 45

3.4 Programmbeispiele 47
3.4.1 Beispiel 1: Erste Programmierschritte 47
3.4.2 Beispiel 2: NC-Programm zum Drehen 48
3.4.3 Beispiel 3: NC-Programm zum Fräsen 49

4 Werkzeugwechsel 53

4.1 Werkzeugwechsel ohne Werkzeugverwaltung 53
4.1.1 Werkzeugwechsel mit T-Befehl 53
4.1.2 Werkzeugwechsel mit M6 54

4.2 Werkzeugwechsel mit Werkzeugverwaltung (Option) 56

4.2.1 Werkzeugwechsel mit T-Befehl bei aktiver WZV (Option) ... 56
4.2.2 Werkzeugwechsel mit M6 bei aktiver WZV (Option) ... 58
4.3 Verhalten bei fehlerhafter T-Programmierung ... 60
5 Werkzeugkorrekturen ... 61
5.1 Allgemeine Informationen zu den Werkzeugkorrekturen ... 61
5.2 Werkzeuglängenkorrektur ... 62
5.3 Werkzeugradiuskorrektur ... 63
5.4 Werkzeug-Korrekturspeicher ... 64
5.5 Werkzeugtypen ... 65
5.5.1 Allgemeine Informationen zu den Werkzeugtypen ... 65
5.5.2 Fräswerkzeuge ... 66
5.5.3 Bohrer ... 68
5.5.4 Schleifwerkzeuge ... 69
5.5.5 Drehwerkzeuge ... 70
5.5.6 Sonderwerkzeuge ... 71
5.5.7 Verkettungsvorschrift ... 72
5.6 Werkzeugkorrektur-Aufruf (D) ... 73
5.7 Änderung der Werkzeugkorrekturdaten ... 75
5.8 Programmierbarer Werkzeugkorrektur-Offset (TOFFL, TOFF, TOFFR) ... 76
6 Spindelbewegung ... 81
6.1 Spindeldrehzahl (S), Spindeldrehrichtung (M3, M4, M5) ... 81
6.2 Schnittgeschwindigkeit (SVC) ... 85
6.3 Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) ... 92
6.4 Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF) ... 97
6.5 Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26) ... 99
7 Vorschubregelung ... 101
7.1 Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) ... 101
7.2 Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) ... 110
7.3 Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF) ... 113
7.4 Spindeln positionieren (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) ... 115
7.5 Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) ... 123
7.6 Programmierbare Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA) ... 127
7.7 Programmierbare Beschleunigungskorrektur (ACC) (Option) ... 129
7.8 Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA) ... 131
7.9 Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN) ... 135
7.10 Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) ... 137
7.11 Satzweiser Vorschub (FB) ... 141
7.12 Zahnvorschub (G95 FZ) ... 142

8 Geometrie-Einstellungen 149

8.1 Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) 149

8.2 Wahl der Arbeitsebene (G17/G18/G19) 153

8.3 Maßangaben 156
8.3.1 Absolutmaßangabe (G90, AC) 156
8.3.2 Kettenmaßangabe (G91, IC) 159
8.3.3 Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91) 162
8.3.4 Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN) 163
8.3.5 Inch-Maßangabe oder metrische Maßangabe (G70/G700, G71/G710) 165
8.3.6 Kanalspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) 168
8.3.7 Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) 170

8.4 Lage des Werkstücks beim Drehen 175

9 Wegbefehle 177

9.1 Allgemeine Informationen zu den Wegbefehlen 177

9.2 Fahrbefehle mit kartesischen Koordinaten (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) 179

9.3 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten 180
9.3.1 Bezugspunkt der Polarkoordinaten (G110, G111, G112) 180
9.3.2 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten (G0, G1, G2, G3, AP, RP) 182

9.4 Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF) 186

9.5 Geradeninterpolation (G1) 190

9.6 Kreisinterpolation 192
9.6.1 Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...) 192
9.6.2 Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) 196
9.6.3 Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., CR) 199
9.6.4 Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR) 201
9.6.5 Kreisinterpolation mit Polarkoordinaten (G2/G3, AP, RP) 203
9.6.6 Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) 205
9.6.7 Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT, X... Y... Z...) 208

9.7 Schraubenlinien-Interpolation (G2/G3, TURN) 211

9.8 Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW) 214

9.9 Konturzüge 219
9.9.1 Konturzug-Programmierung 219
9.9.2 Konturzüge: Eine Gerade 220
9.9.3 Konturzüge: Zwei Geraden 221
9.9.4 Konturzüge: Drei Geraden 225
9.9.5 Konturzüge: Endpunktprogrammierung mit Winkel 228

9.10 Gewindeschneiden 229
9.10.1 Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF) 229
9.10.2 Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE) 235
9.10.3 Gewindeschneiden mit zu- oder abnehmender Steigung (G34, G35) 237

9.10.4 Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) ... 239

9.11 Gewindebohren ... 243
9.11.1 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332) ... 243
9.11.2 Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (G63) ... 248

9.12 Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) ... 250

10 Werkzeugradiuskorrekturen ... 257

10.1 Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN) ... 257

10.2 Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT) ... 267

10.3 Korrektur an den Außenecken (G450, G451, DISC) ... 274

10.4 Weiches An- und Abfahren ... 278
10.4.1 An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) ... 278
10.4.2 An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462) ... 289

10.5 Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2) ... 293

10.6 2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF) ... 296

10.7 Werkzeugradiuskorrektur konstant halten (CUTCONON, CUTCONOF) ... 300

10.8 Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage ... 302

11 Bahnfahrverhalten ... 305

11.1 Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603) ... 305

11.2 Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) ... 308

12 Koordinatentransformationen (Frames) ... 319

12.1 Frames ... 319

12.2 Frame-Anweisungen ... 321

12.3 Programmierbare Nullpunktverschiebung ... 326
12.3.1 Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS) ... 326
12.3.2 Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59) ... 330

12.4 Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL) ... 333

12.5 Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS) ... 339

12.6 Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE) ... 342

12.7 Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR) ... 345

12.8 Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) ... 351

12.9 Frame abwählen (G53, G153, SUPA, G500) ... 354

12.10 Überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF) ... 355

13 Hilfsfunktionsausgaben ... 359

13.1 M-Funktionen ... 362

14 Ergänzende Befehle ... 367

14.1 Meldung ausgeben (MSG) ... 367

14.2 String in BTSS-Variable schreiben (WRTPR) ... 369
14.3 Arbeitsfeldbegrenzung ... 370
14.3.1 Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) ... 370
14.3.2 Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) ... 373
14.4 Referenzpunktfahren (G74) ... 376
14.5 Festpunkt anfahren (G75) ... 377
14.6 Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW) ... 381
14.7 Verweilzeit (G4) ... 386
14.8 Interner Vorlaufstopp ... 388
15 Sonstige Informationen ... 389
15.1 Achsen ... 389
15.1.1 Hauptachsen/Geometrieachsen ... 390
15.1.2 Zusatzachsen ... 391
15.1.3 Hauptspindel, Masterspindel ... 392
15.1.4 Maschinenachsen ... 392
15.1.5 Kanalachsen ... 392
15.1.6 Bahnachsen ... 393
15.1.7 Positionierachsen ... 393
15.1.8 Synchronachsen ... 394
15.1.9 Kommandoachsen ... 394
15.1.10 PLC-Achsen ... 395
15.1.11 Linkachsen ... 395
15.1.12 Lead-Linkachsen ... 397
15.2 Vom Fahrbefehl zur Maschinenbewegung ... 399
15.3 Wegberechnung ... 399
15.4 Adressen ... 400
15.5 Bezeichner ... 402
15.6 Konstanten ... 404
16 Tabellen ... 407
16.1 Anweisungen ... 407
16.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D ... 459
16.3 Adressen ... 483
16.3.1 Adressbuchstaben ... 483
16.3.2 Feste Adressen ... 484
16.3.3 Einstellbare Adressen ... 488
16.4 G-Funktionen ... 494
16.5 Vordefinierte Prozeduren ... 517
16.6 Vordefinierte Prozeduren in Synchronaktionen ... 541
16.7 Vordefinierte Funktionen ... 544
16.8 Aktuelle Sprache im HMI ... 558
A Anhang ... 559

A.1 Liste der Abkürzungen 559
A.2 Dokumentationsübersicht..... 568
Glossar 569
Index..... 593

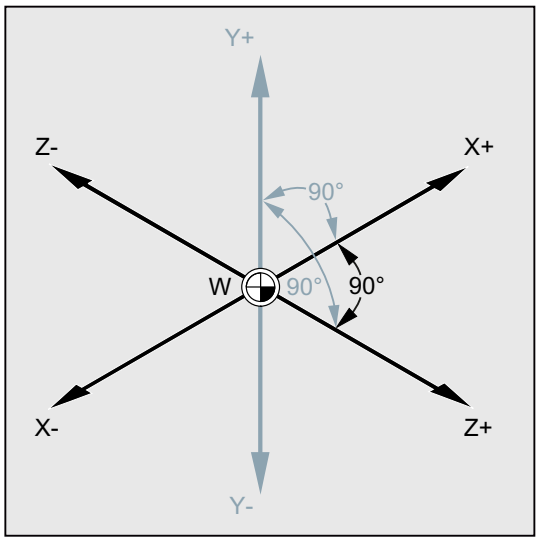
Geometrische Grundlagen 1

1.1 Werkstück-Positionen

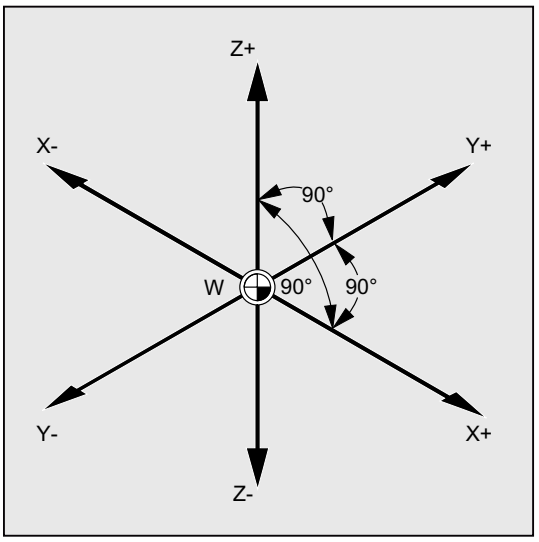
1.1.1 Werkstück-Koordinatensysteme

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.



Werkstück-Koordinatensystem für Drehen



Werkstück-Koordinatensystem für Fräsen

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

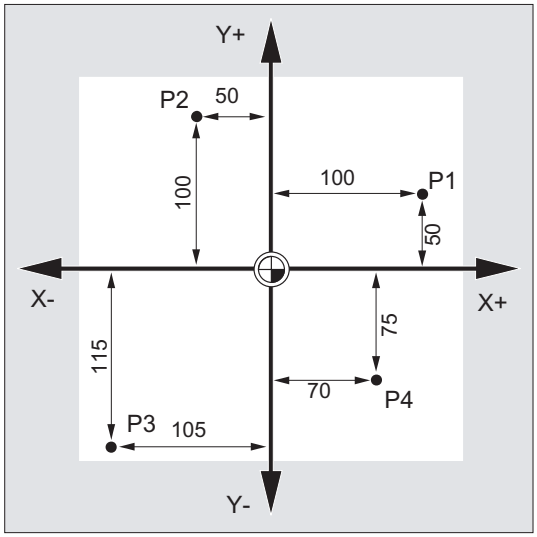
Manchmal ist es sinnvoll oder sogar notwendig, mit negativen Positionsangaben zu arbeiten. Deshalb erhalten die Positionen, die sich jeweils links vom Nullpunkt befinden, ein negatives Vorzeichen ("-").

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:

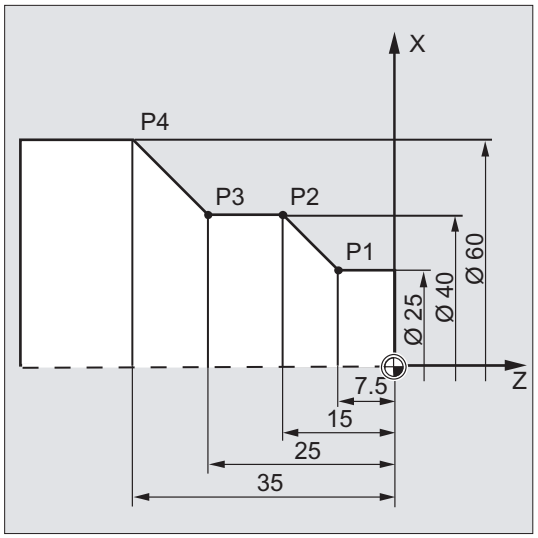


Die Punkte P1 bis P4 besitzen folgende Koordinaten:

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:

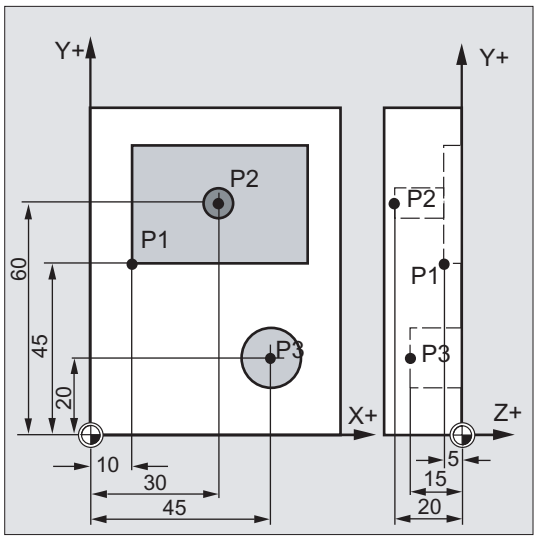


Die Punkte P1 bis P4 besitzen folgende Koordinaten:

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".

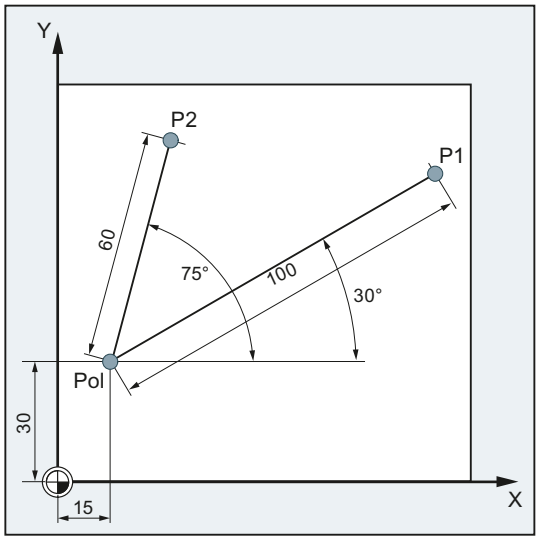
Positionsangaben in Form von Polarkoordinaten

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

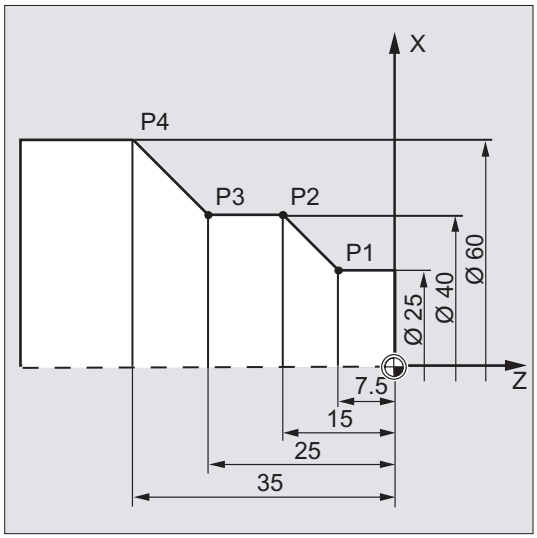
Positionsangaben im Absolutmaß

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.

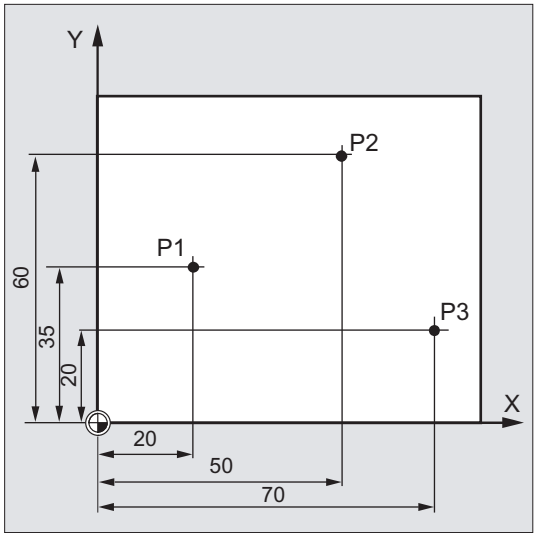
Beispiel: Drehen



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

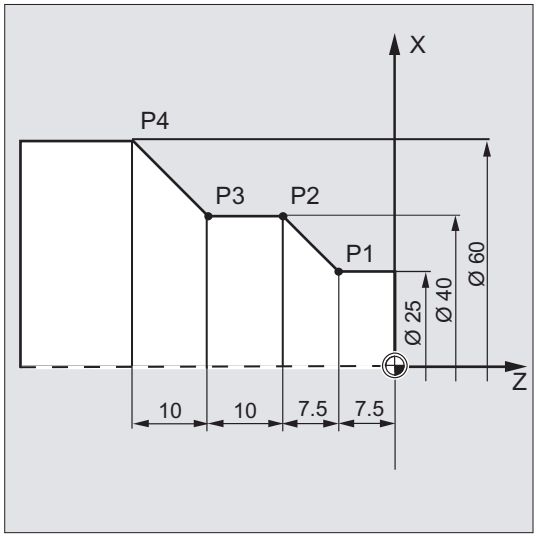
Positionsangaben im Kettenmaß (Inkrementalmaß)

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



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

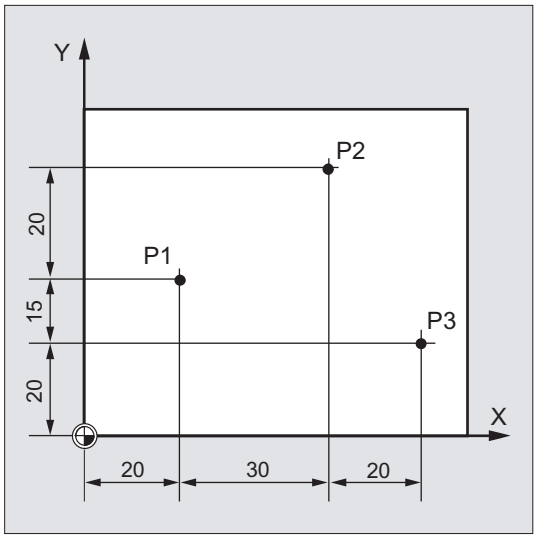
Position	Positionsangabe im Kettenmaß	Die Angabe bezieht sich auf:
P2	X15 Z-7,5	P1
P3	Z-10	P2
P4	X20 Z-10	P3

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:

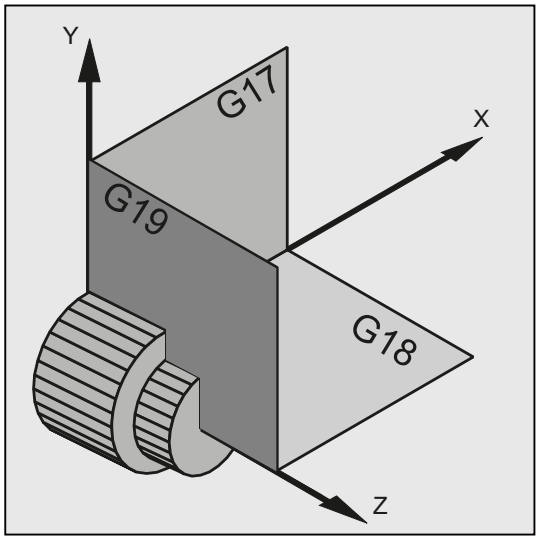
Position	Positionsangabe im Kettenmaß	Die Angabe bezieht sich auf:
P1	X20 Y35	Nullpunkt
P2	X30 Y20	P1
P3	X20 Y-35	P2

1.2 Arbeitsebenen

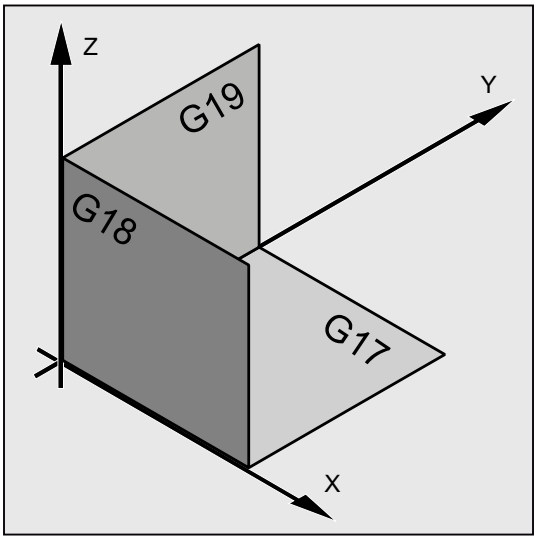
Ein NC-Programm muss die Information enthalten, in welcher Ebene gearbeitet werden soll. Nur dann kann die Steuerung beim Abarbeiten des NC-Programms Werkzeugkorrekturwerte richtig verrechnen. Zusätzlich hat die Angabe der Arbeitsebene für bestimmte Arten der Kreisprogrammierung und bei Polarkoordinaten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



Arbeitsebenen beim Drehen



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

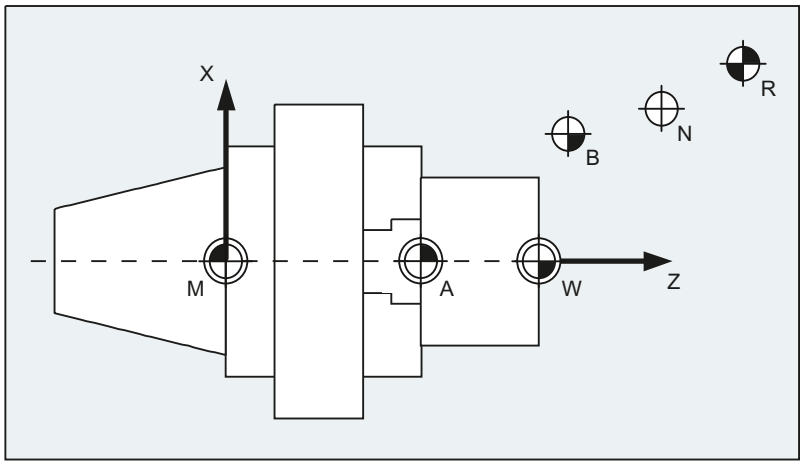
1.3 Nullpunkte und Bezugspunkte

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

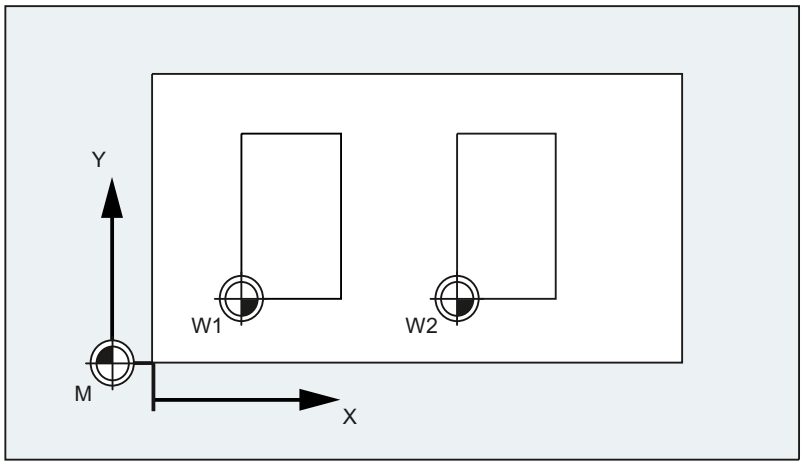
Nullpunkte		
	M	Maschinen-Nullpunkt Mit dem Maschinen-Nullpunkt wird das Maschinen-Koordinatensystem (MKS) festgelegt. Auf den Maschinennullpunkt beziehen sich alle anderen Bezugspunkte.
	W	Werkstück-Nullpunkt = Programm-Nullpunkt Der Werkstücknullpunkt legt das Werkstück-Koordinatensystem in Bezug auf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

Bezugspunkte		
	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.
	N	Werkzeugwechselpunkt

Null- und Bezugspunkte beim Drehen



Nullpunkte beim Fräsen



1.4 Koordinatensysteme

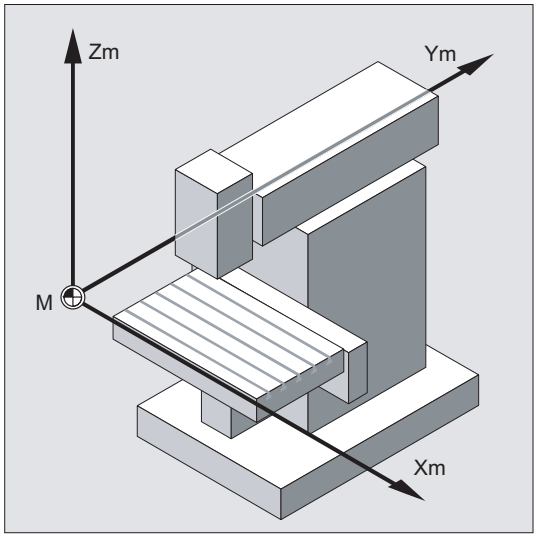
Folgende Koordinatensysteme werden unterschieden: g

- Maschinen-Koordinaten-System (MKS) (Seite 24) mit dem Maschinen-Nullpunkt M
- Basis-Koordinaten-System (BKS) (Seite 27)
- Basis-Nullpunkt-System (BNS) (Seite 29)
- Einstellbares Nullpunkt-System (ENS) (Seite 30)
- Werkstück-Koordinaten-System (WKS) (Seite 31) 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 Palettenwechselpunkte (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

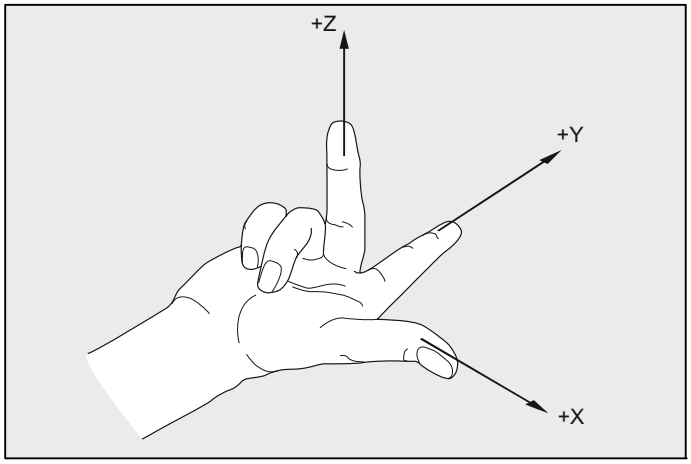
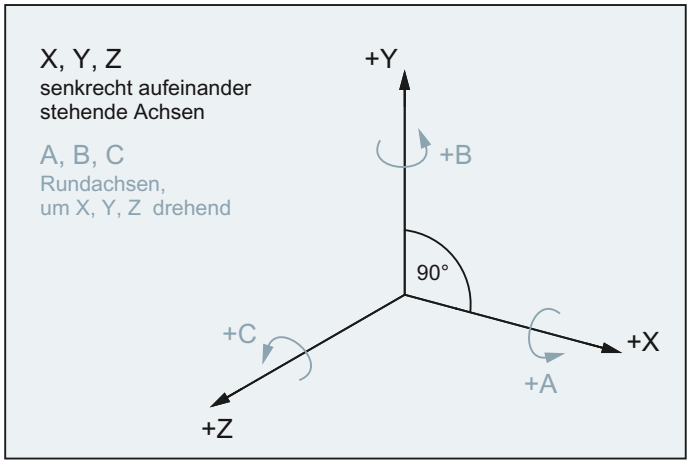


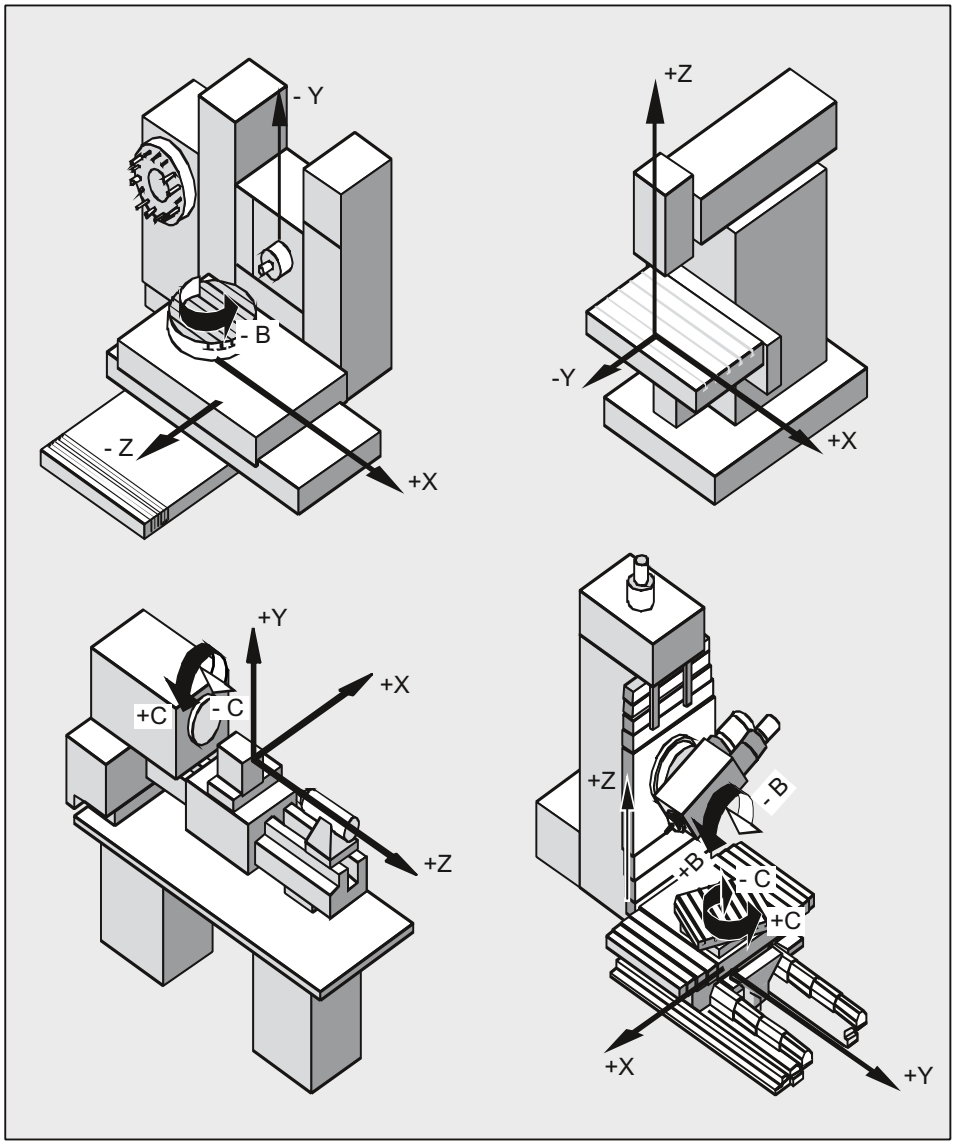
Bild 1-1 "Drei-Finger-Regel"

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 Basis-Koordinatensystem (BKS)

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

WZ-Maschinen ohne kinematische Transformationk

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.

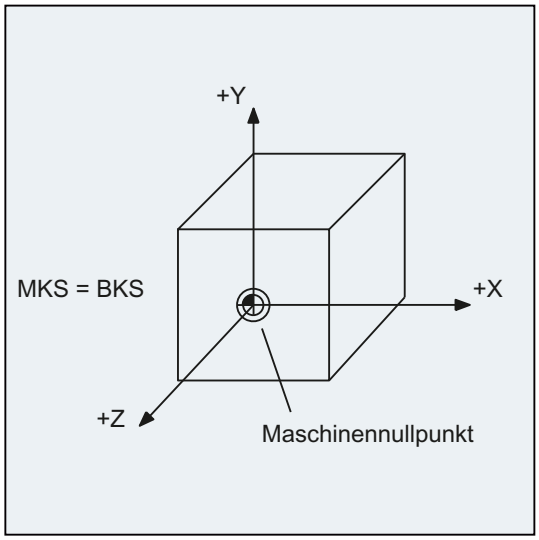


Bild 1-2 MKS = BKS ohne kinematische Transformation

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.

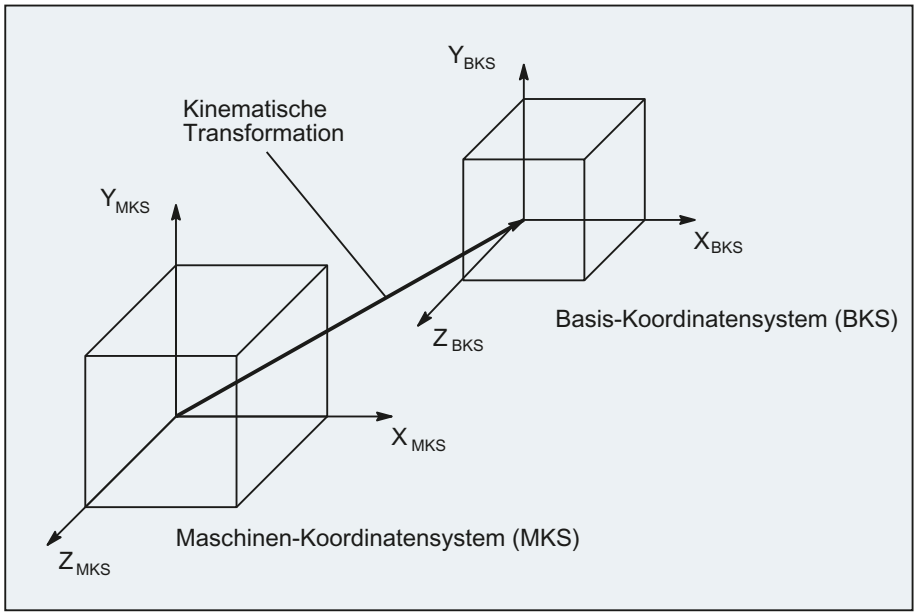


Bild 1-3 Kinematische Transformation zwischen MKS und BKS

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.

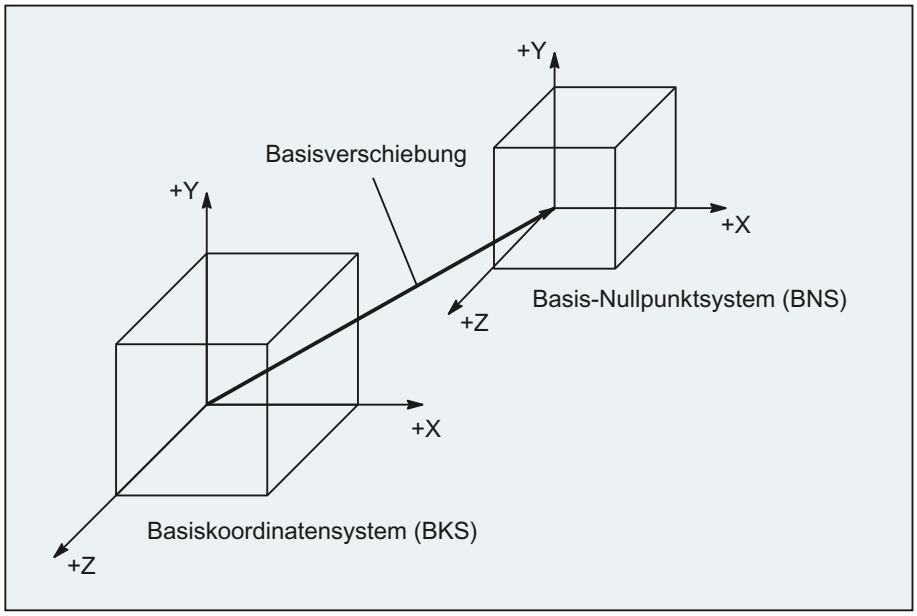
Literatur

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; M1: Kinematische Transformation

Funktionshandbuch Sonderfunktionen; F2: Mehrachstransformationen

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

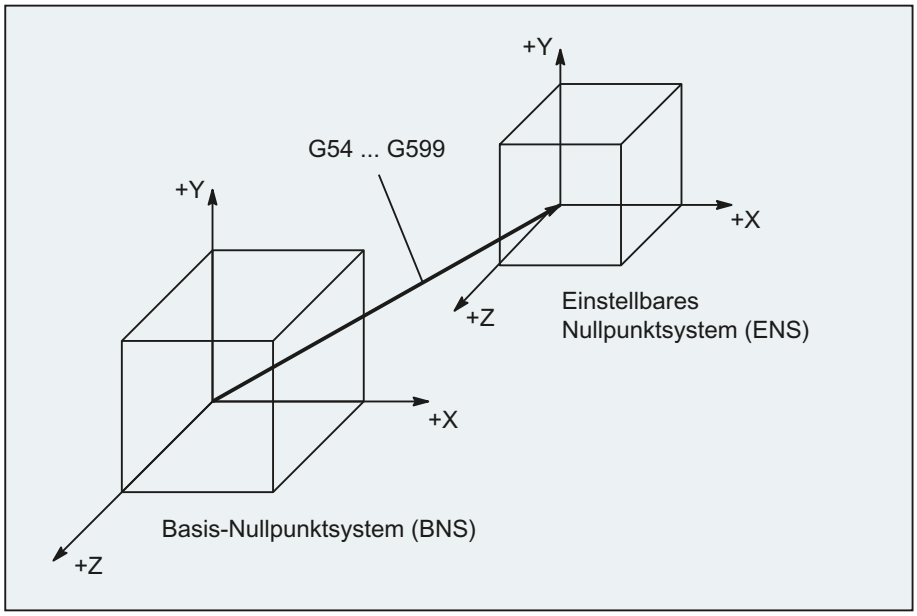
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)

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

Programmierbare 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 programmierbare Koordinatentransformationen (Frames).

Siehe Kapitel: "Koordinatentransformationen (Frames)"

Hinweis

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

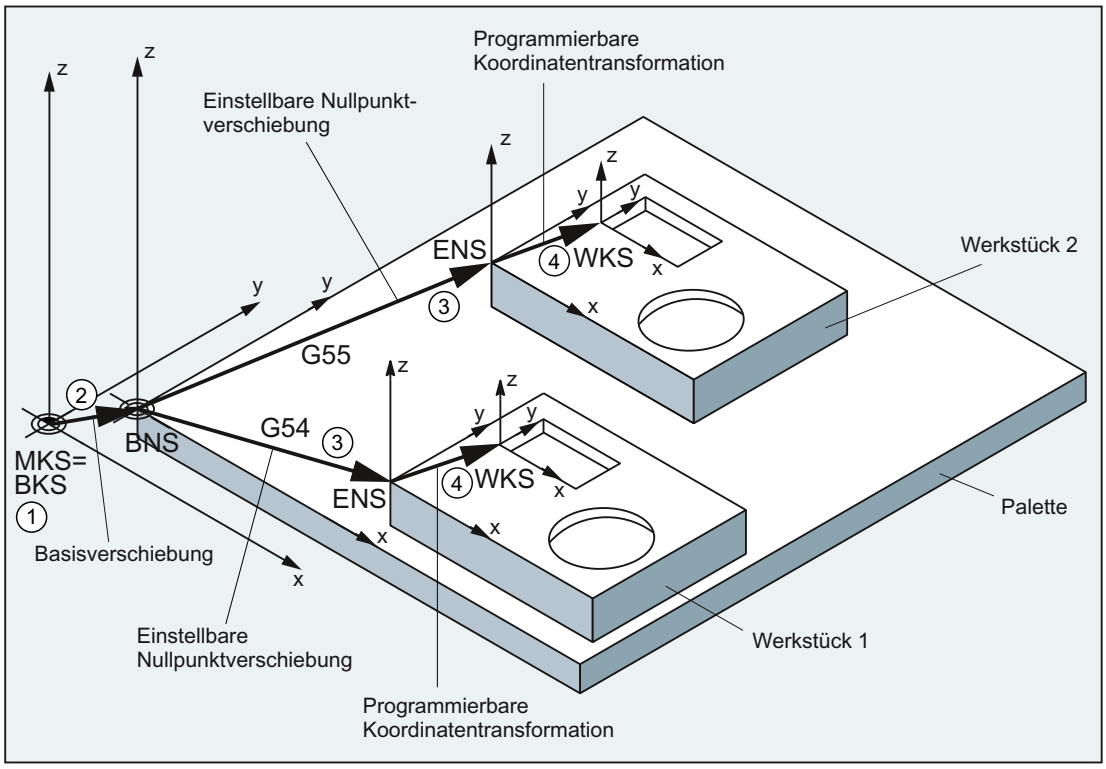
1.4.5 Werkstück-Koordinatensystem (WKS)

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 Koordinatentransformation ergibt sich das Werkstückkoordinatensystem (WKS).

Grundlagen der NC-Programmierung 2

Hinweis

Richtlinie für die NC-Programmierung ist DIN 66025.

2.1 Benennung eines NC-Programms

Regeln zur Programmbenennung

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

Hinweis

Um Komplikationen mit Windows-Applikationen zu vermeiden, dürfen folgende Programmnamen nicht verwendet werden:

- CON, PRN, AUX, NUL
- COM1, COM2, COM3, COM4, COM5, COM6, COM7, COM8, COM9
- LPT1, LPT2, LPT3, LPT4, LPT5, LPT6, LPT7, LPT8, LPT9

Weitere Einschränkungen bei der Programmbenennung siehe "Bezeichner (Seite 402)".

Dateien im Lochstreifenformat

Extern erstellte Programmdateien, die über die V.24-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 siehe Bedienhandbuch.

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)

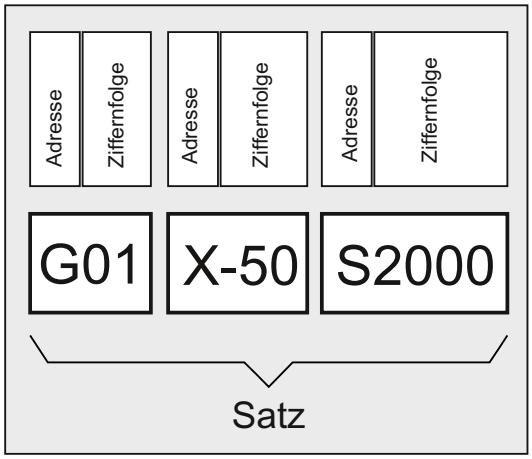
Das Adresszeichen (im Allgemeinen ein Buchstabe) definiert die Bedeutung des Befehls.

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

  Hinweis

  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 können modal oder satzweise wirken:

- 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 Programmlauf in der aktuellen Satzanzeige.

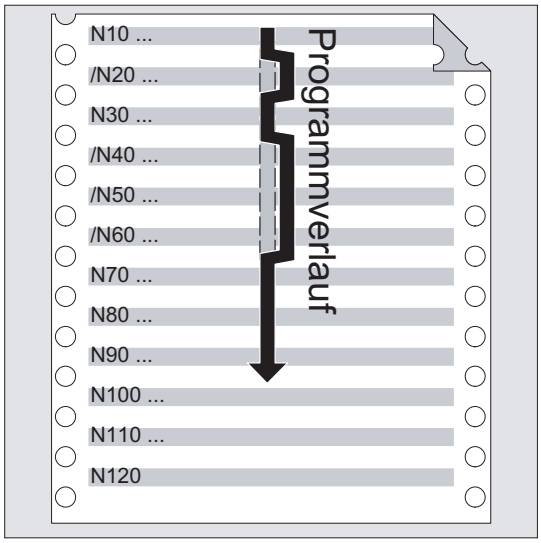
2.2.5 Ausblenden von Sätzen

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

Ausblendebenen

Sätzen können Ausblendebenen (max. 10) zugeordnet werden, die über die Bedienoberfläche aktivierbar sind.

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

Beispiel:

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

Hinweis

Wie viele Ausblendebenen 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

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

Sonderzeichen	Bedeutung
/	Division, Satzunterdrückung
*	Multiplikation
+	Addition
-	Subtraktion, negatives Vorzeichen
"	Anführungszeichen, Kennung für Zeichenkette
'	Hochkomma, Kennung für spezielle Zahlenwerte: hexadezimal, binär
$	systemeigene Variablenkennung
s_	Unterstrich, zu Buchstaben gehörig
?	reserviert
!	reserviert
.	Dezimalpunkt
,	Komma, Trennzeichen von Parametern
;	Kommentarbeginn
&	Formatierungszeichen, gleiche Wirkung wie Leerzeichen
LF	Satzende
Tabulator	Trennzeichen
Leerzeichen	Trennzeichen (Blank)

Hinweis

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
- Geometrieeinstellungen (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 Programmanfang evtl. noch aktive Transformationen abgelöscht werden:

Programmcode	Kommentar
N10 CYCLE800()	; Rücksetzten 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 Alarme auftreten. Diese Alarme 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

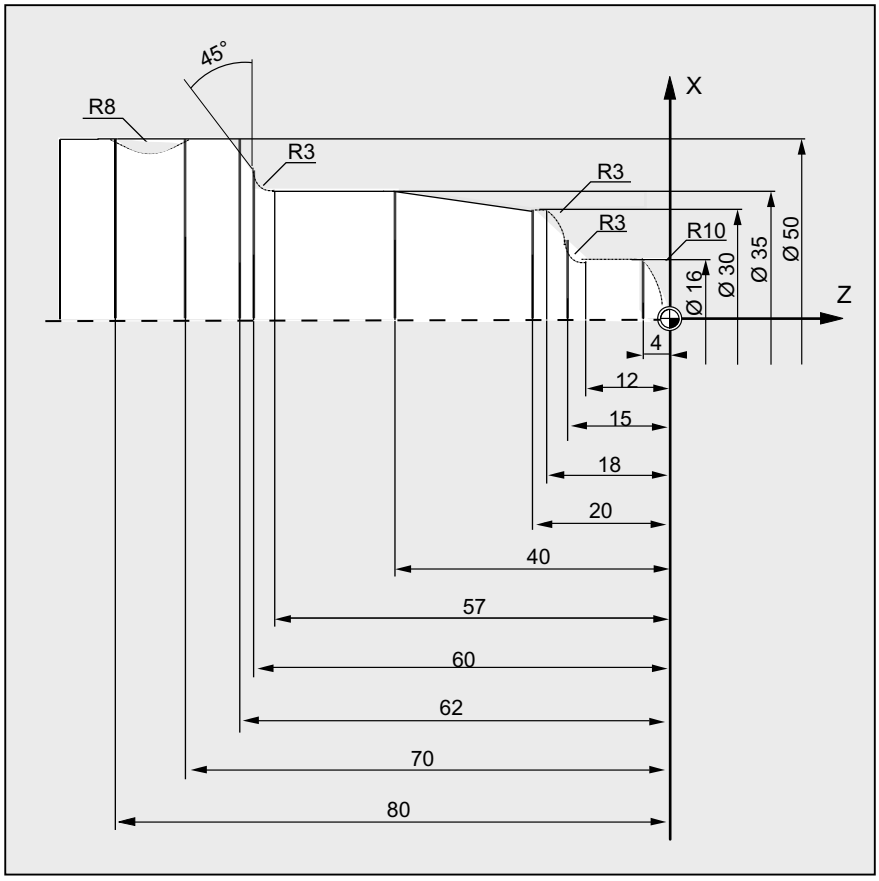


Bild 3-1 Aufsicht

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 Werkzeugwechselpunkt 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	; Werkzeugwechselpunkt 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

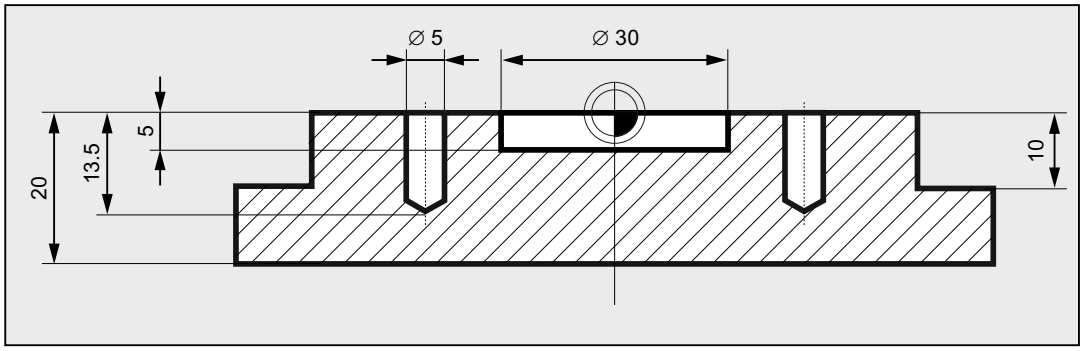


Bild 3-2 Seitenansicht

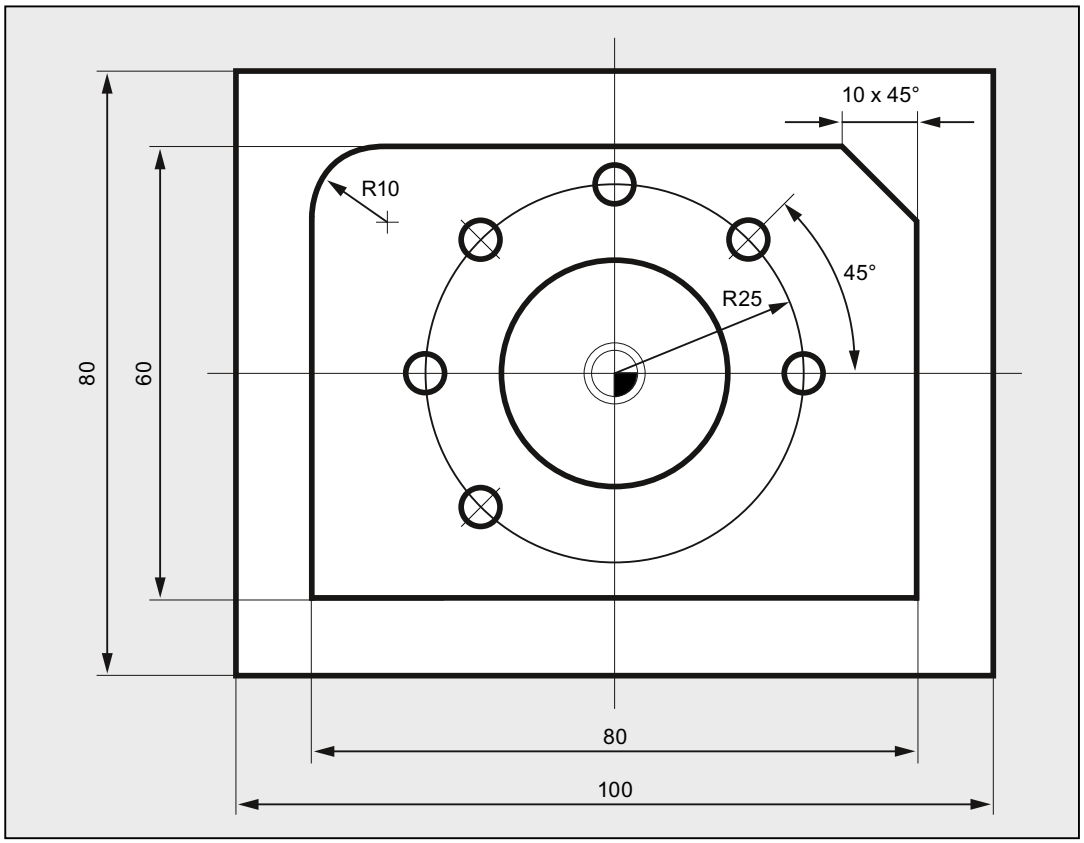


Bild 3-3 Aufsicht

Programmbeispiel 3

Programmcode	Kommentar
N10 T="PF60"	; Voranwahl des Werkzeugs mit dem Namen PF60.
N20 M6	; Werkzeug in die Spindel einwechseln.

Programmcode	Kommentar
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.
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.

Programmcode	Kommentar
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 4

Art des Werkzeugwechsels

Bei Ketten-, Scheiben- und Flächenmagazinen findet ein Werkzeugwechselvorgang 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 M6

Funktion

Mit der Programmierung des `T`-Befehls wird das Werkzeug angewählt. Aktiv wird das Werkzeug erst mit `M6` (inklusive Werkzeugkorrektur).

Anwendung

Bei Fräsmaschinen mit Ketten-, Scheiben- oder Flächenmagazinen.

Syntax

Werkzeug-Anwahl:
```
T<Nummer>
T=<Nummer>
T<n>=<Nummer>
```

Werkzeugwechsel:
```
M6
```

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
`M6`:	M-Funktion für den Werkzeugwechsel (gemäß DIN 66025) Mit `M6` 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 M6                       ; 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"
```

Hinweis

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)

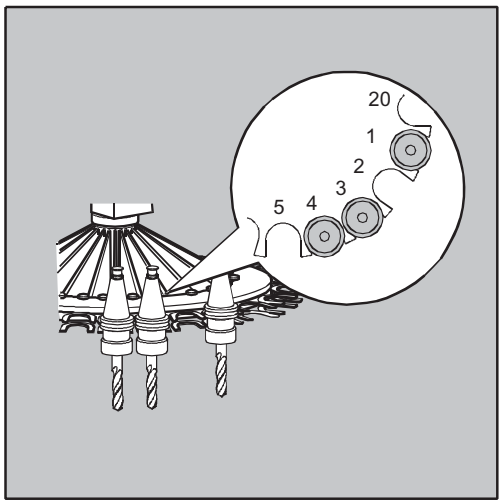
Hinweis

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 M6 bei aktiver WZV (Option)

Funktion

Mit der Programmierung des `T`-Befehls wird das Werkzeug angewählt. Aktiv wird das Werkzeug erst mit `M6` (inklusive Werkzeugkorrektur).

Anwendung

Bei Fräsmaschinen mit Ketten-, Scheiben- oder Flächenmagazinen.

Syntax

Werkzeug-Anwahl:
```
T=<Platz>
T=<Name>
T<n>=<Platz>
T<n>=<Name>
```

Werkzeugwechsel:
```
M6
```

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)

`M6`: M-Funktion für den Werkzeugwechsel (gemäß DIN 66025)

Mit `M6` 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 M6                     ; 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 5

5.1 Allgemeine Informationen zu den Werkzeugkorrekturen

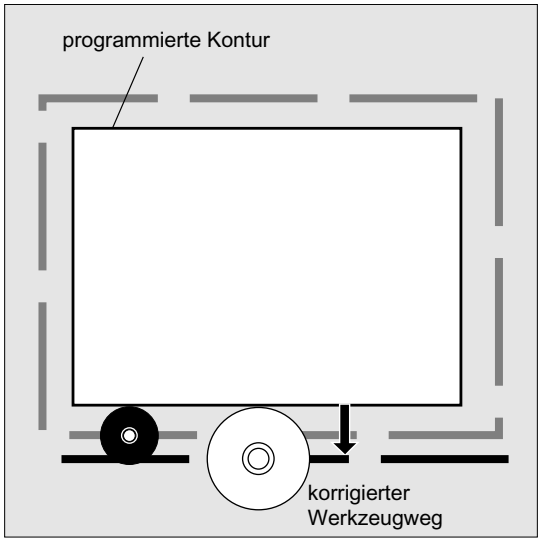
Werkstückmaße werden direkt programmiert (z. B. nach Fertigungszeichnung). Werkzeugdaten wie Fräserdurchmesser, Schneidenlage der Drehmeißel (linker / rechter Drehmeißel) und Werkzeuglängen müssen daher bei der Programmerstellung nicht berücksichtigt werden.

Die Steuerung korrigiert den Verfahrweg

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.

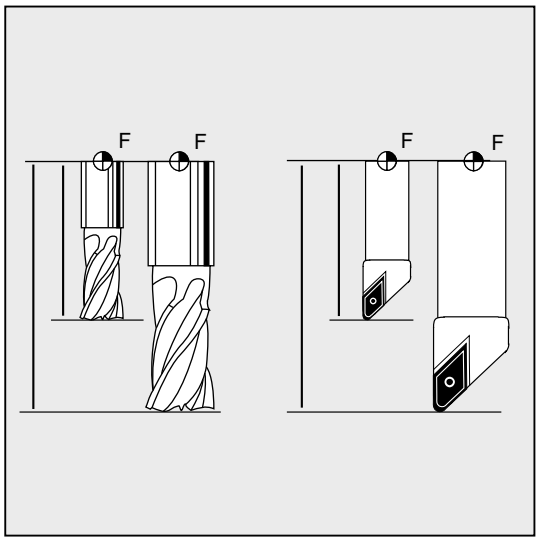
Die Steuerung holt sich während der Programmverarbeitung die benötigten Korrekturdaten aus dem Werkzeug-Korrekturspeicher und korrigiert für unterschiedliche Werkzeuge individuell die Werkzeugbahn:



5.2 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.

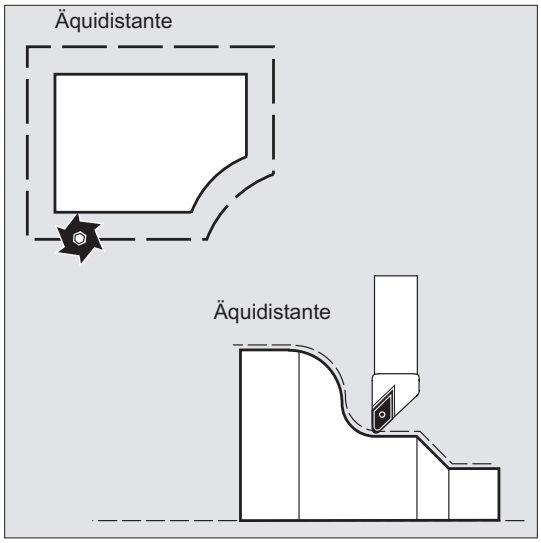
Hinweis

Der Korrekturwert der Werkzeuglänge ist abhängig von der räumlichen Orientierung des Werkzeugs.

5.3 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:



Hinweis

Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt entsprechend der Voreinstellung CUT2D oder CUT2DF (siehe " 2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF) (Seite 296) ".

Literatur

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

5.4 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).

Hinweis

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

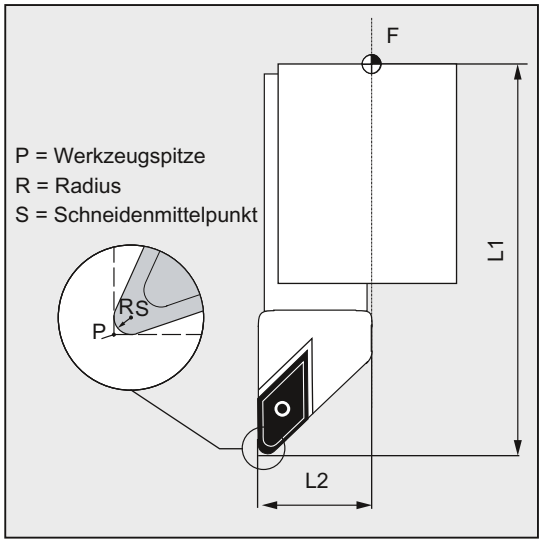
Werkzeugtyp

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

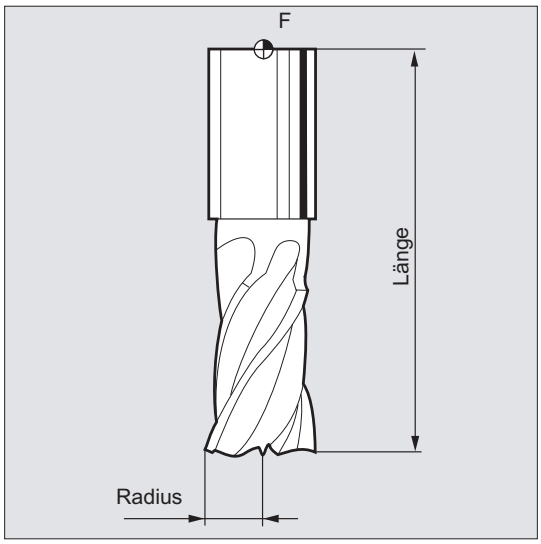
Schneidenlage

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"

5.5 Werkzeugtypen

5.5.1 Allgemeine Informationen zu den 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 (Seite 66)
2xy	Bohrer (Seite 68)
3xy	reserviert
4xy	Schleifwerkzeuge (Seite 69)
5xy	Drehwerkzeuge (Seite 70)
6xy	reserviert
7xy	Sonderwerkzeuge (Seite 71) wie z. B. Nutsäge

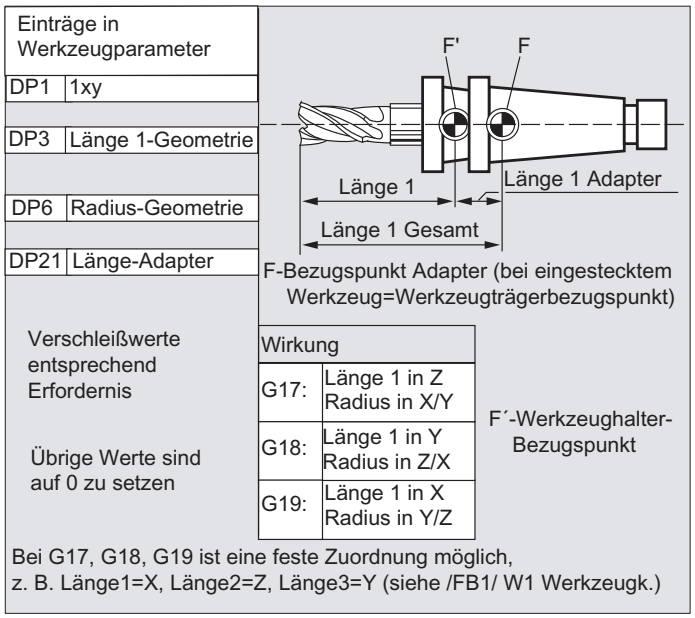
5.5.2 Fräswerkzeuge

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

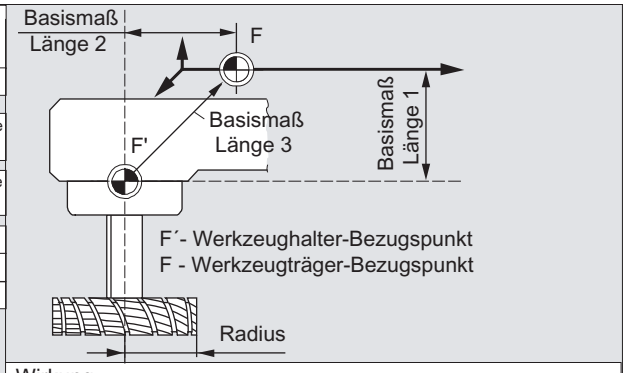
100	Fräswerkzeug nach CLDATA (Cutter Location Data)
110	Kugelkopffräser (zylindrischer Gesenkfräser)
111	Kugelkopffräser (kegeliger Gesenkfräser)
120	Schaftfräser (ohne Eckenverrundung)
121	Schaftfräser (mit Eckenverrundung)
130	Winkelkopffräser (ohne Eckenverrundung)
131	Winkelkopffräser (mit Eckenverrundung)
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	
DP1	1xy
DP3	Länge 1 -Geometrie
DP6	Radius -Geometrie
DP21	Länge 1 -Basis
DP22	Länge 2 -Basis
DP23	Länge 3- Basis



Wirkung		
G17:	Länge 1 in Z Länge 2 in Y Länge 3 in X Radius/WRK in X/Y	Z, Y, X
G18:	Länge 1 in Y Länge 2 in X Länge 3 in Z Radius/WRK in Z/X	Y, X, Z
G19:	Länge 1 in X Länge 2 in Z Länge 3 in Y Radius/WRK in Y/Z	X, Z, Y

Verschleißwerte entsprechend Erfordernis

Übrige Werte sind auf 0 zu setzen

Bei G17, G18, G19 ist eine feste Zuordnung möglich,
z. B. Länge 1=X, Länge 2=Z, Länge 3=Y (siehe /FB1/ W1 Werkzeugkorretur)

Hinweis

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

Weitere Informationen siehe:
Literatur:
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

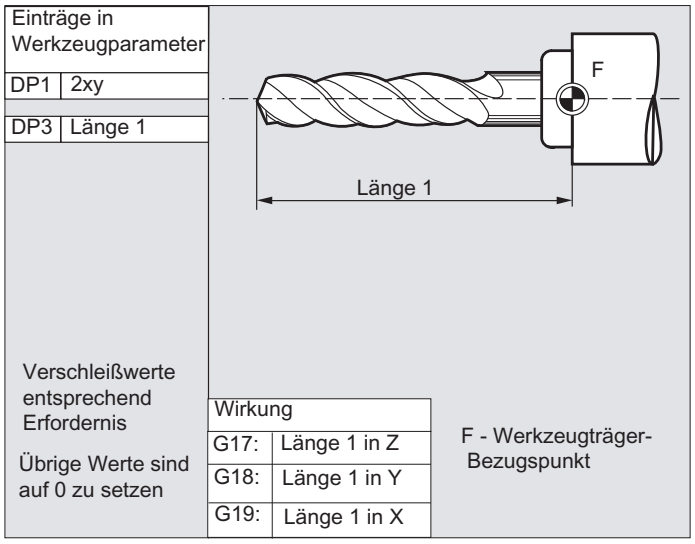
5.5.3 Bohrer

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

200	Spiralbohrer
205	Vollbohrer
210	Bohrstange
220	Zentrierbohrer
230	Spitzsenker
231	Flachsenker
240	Gewindebohrer Regelgewinde
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)

5.5.4 Schleifwerkzeuge

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

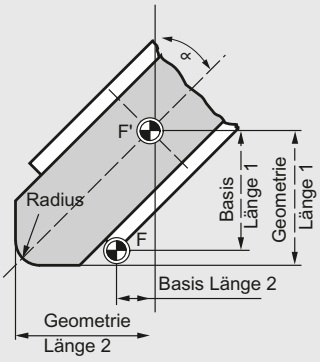
400	Umfangsschleifscheibe
401	Umfangsschleifscheibe mit Überwachung
402	Umfangsschleifscheibe ohne Überwachung ohne Basismaß (WZV)
403	Umfangsschleifscheibe mit Überwachung ohne Basismaß für Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit SUG
410	Planscheibe
411	Planscheibe (WZV) mit Überwachung
412	Planscheibe (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			
DP1	403	TPG1	Spindelnummer
DP2	Lage *	TPG2	Verkettungsvorschrift
DP3	Länge 1	TPG3	Minimaler Scheibenradius
DP4	Länge 2	TPG4	Min. Scheibenbreite
DP6	Radius	TPG5	Aktuelle Scheibenbreite
		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			
Wirkung			
G17:	Länge 1 in Y Länge 2 in X Radius in X/Y		
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		

F: Werkzeugträger-Bezugspunkt



Hinweis

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

Weitere Informationen siehe:
Literatur:
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

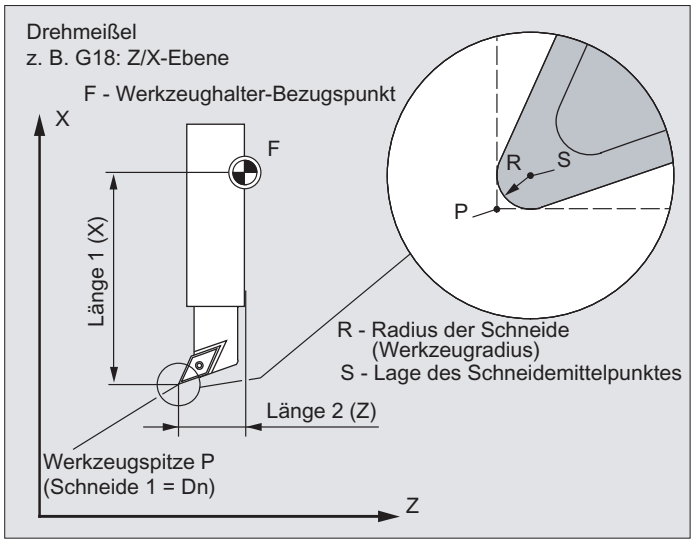
5.5.5 Drehwerkzeuge

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

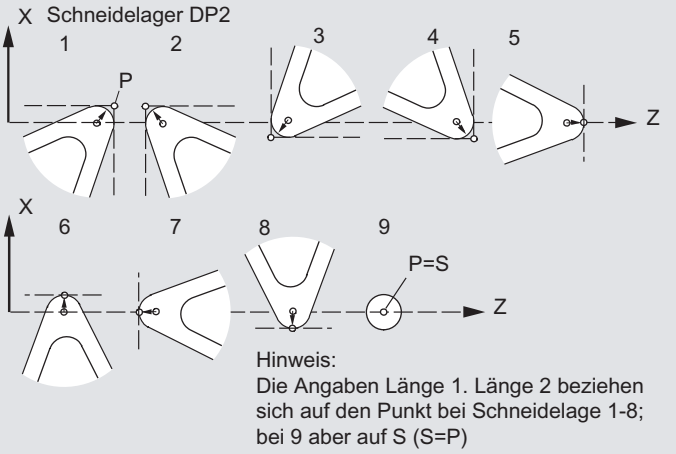
500	Schruppstahl
510	Schlichtstahl
520	Einstechstahl
530	Abstechstahl
540	Gewindestahl
550	Pilzstahl / Formstahl (WZV)
560	Drehbohrer (ECOCUT)
580	Messtaster mit Parameter Schneidenlage

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.



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	
DP1	5xy
DP2	1...9
DP3	Länge 1
DP4	Länge 2
DP6	Radius

Verschleißwerte entsprechend Erfordernis

Übrige Werte sind auf 0 zu setzen

Wirkung	
G17:	Länge 1 in Y Länge 2 in X
G18:	Länge 1 in X Länge 2 in Z
G19:	Länge 1 in Z Länge 2 in Y

Hinweis

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

Weitere Informationen siehe:
Literatur:
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

5.5.6 Sonderwerkzeuge

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

700	Nutsäge
710	3D-Messtaster
711	Kantentaster
730	Anschlag

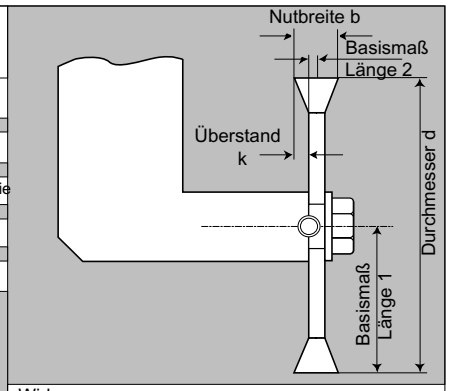
Werkzeug-Parameter

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	Ebenenanwahl 1.-2. Achse (X-Y)
G18:	Halber Durchmesser (L1) in Y Überstand in (L2) X Sägeblatt in (R) Z/X	Ebenenanwahl 1.-2. Achse (X-Z)
G19:	Halber Durchmesser (L1) in Z Überstand in (L2) Z Sägeblatt in (R) Y/Z	Ebenenanwahl 1.-2. Achse (Y-Z)

Hinweis

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

Weitere Informationen siehe:
Literatur:
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

5.5.7 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)

5.6 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 projektiert 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 = Schneidennummer

  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 (= Schneidennummer) gehört ein Korrekturdatensatz ($TC_DPx[t,d]).
- Freie Wahl von D-Nummern

  Die D-Nummern können den Schneidennummern 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.

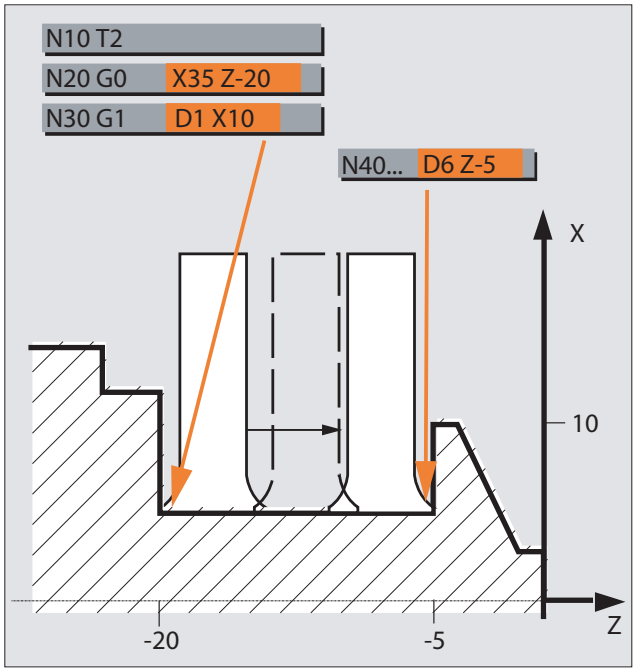
Literatur:
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)
Funktionshandbuch Werkzeugverwaltung; Kapitel: "Varianten von D-Nummer-Zuordnungen"

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



5.7 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

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

5.8 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.

Werkzeuglängen-Offset

Programmierte Werkzeuglängen-Offsets werden abhängig von der Art der Programmierung entweder den im Korrekturspeicher abgelegten Werkzeuglängenkomponenten 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 Werkzeuglängenkomponenten 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

Werkzeuglängen-Offset:

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

Werkzeugradius-Offset:

```
TOFFR=<Wert>
```

Bedeutung

`TOFFL`: Befehl zur Korrektur der effektiven Werkzeuglänge

`TOFFL` kann mit oder ohne Index programmiert werden:

- 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.

Die Befehle `TOFFL` und `TOFFL[1]` sind in ihrer Wirkung identisch.

Hinweis:
Wie die Werkzeuglängen-Korrekturwerte in den Achsen verrechnet werden, bestimmen der Werkzeugtyp und die aktuelle Arbeitsebene (`G17` / `G18` / `G19`).

`TOFF`: Befehl zur Korrektur der Werkzeuglänge in der Komponente parallel zu der angegebenen Geometrieachse

`TOFF` wirkt in Richtung der Werkzeuglängenkomponente, die bei nicht gedrehtem Werkzeug (orientierbarer Werkzeugträger bzw. Orientierungstransformation) parallel zu der im Index angegebenen `<Geometrieachse>` wirkt.

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.

`<Geometrieachse>`: Bezeichner der Geometrieachse

`TOFFR`: Befehl zur Korrektur des effektiven Werkzeugradius

`TOFFR` verändert den effektiven Werkzeugradius **bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur** um den programmierten Offset-Wert.

`<Wert>`: Offset-Wert für die Werkzeuglänge bzw. -radius

Typ: REAL

Hinweis

Der `TOFFR`-Befehl hat fast die gleiche Wirkung wie der `OFFN`-Befehl (siehe " Werkzeugradiuskorrektur (Seite 257) "). 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 (Ebenenanwahl `G17` - `G19`) bzw. dem in den Werkzeugdaten enthalten 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	; Maschinenachsposition X0 Y0 Z101
N60 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Maschinenachsposition X0 Y100 Z1
N70 G17	
N80 TOFFL=1.0	; Offset in L1-Richtung (entspricht Z bei G17).
N90 G0 X0 Y0 Z0	; Maschinenachsposition X0 Y0 Z101.
N100 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Maschinenachsposition 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 Längenkomponente 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 ≤ n ≤ 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 ≤ n ≤ 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

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

Funktion

Die Angaben Spindeldrehzahl und -drehrichtung versetzen die Spindel in eine Drehbewegung und schaffen die Voraussetzung für die spanabhebende Bearbeitung.

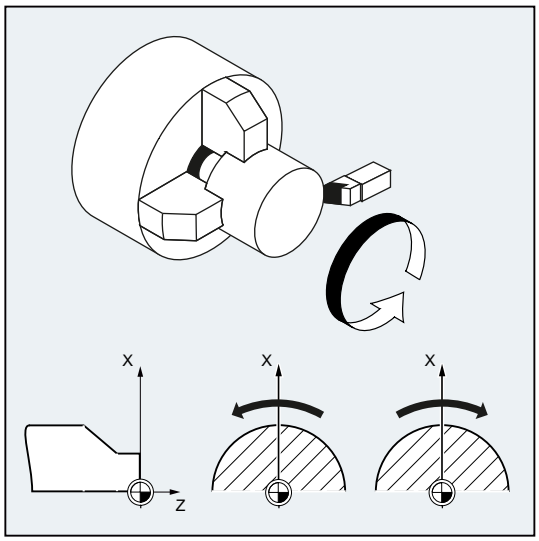


Bild 6-1 Spindelbewegung beim Drehen

Neben der Hauptspindel können weitere Spindeln vorhanden sein (z. B. bei Drehmaschinen die Gegenspindel oder ein angetriebenes Werkzeug). In der Regel wird die Hauptspindel per Maschinendatum als Masterspindel deklariert. Diese Zuweisung kann per NC-Befehl geändert werden.

Syntax

```
S... / S<n>=...
M3 / M<n>=3
M4 / M<n>=4
M5 / M<n>=5
```

```
SETMS(<n>)
...
SETMS
```

Bedeutung

S…:	Spindeldrehzahl in Umdrehungen/min für die Masterspindel
S<n>=...:	Spindeldrehzahl in Umdrehungen/min für Spindel <n> **Hinweis:** Die mit S0=… angegebene Drehzahl gilt für die Masterspindel.
M3:	Spindeldrehrichtung rechts für Masterspindel
M<n>=3:	Spindeldrehrichtung rechts für Spindel <n>
M4:	Spindeldrehrichtung links für Masterspindel
M<n>=4:	Spindeldrehrichtung links für Spindel <n>
M5:	Spindel-Halt für Masterspindel
M<n>=5:	Spindel-Halt für Spindel <n>
SETMS(<n>):	Spindel <n> soll als Masterspindel gelten
SETMS:	SETMS ohne Spindelangabe schaltet auf die projektierte Masterspindel zurück

Hinweis

Pro NC-Satz dürfen maximal 3 S-Werte programmiert werden, z. B.:

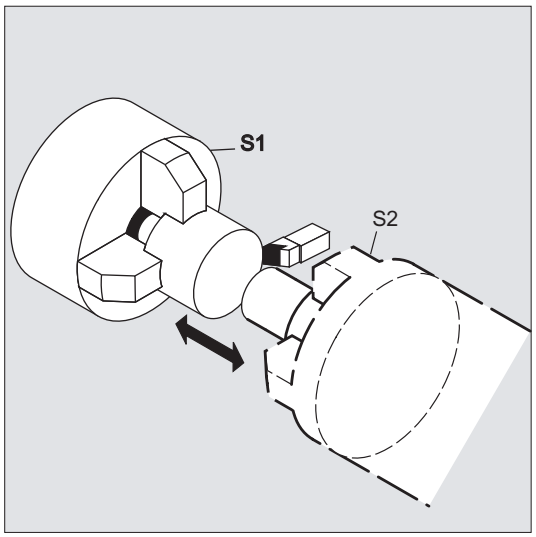
```
S... S2=... S3=...
```

Hinweis

SETMS muss in einem eigenen Satz stehen.

Beispiel

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 Synchroneinrichtung (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.
...	; Bearbeitung der rechten Werkstückseite.
N100 SETMS(2)	; S2 ist jetzt Masterspindel.
N110 S400 G95 F…	; Drehzahl für neue Masterspindel.
...	; Bearbeitung der linken Werkstückseite.
N160 SETMS	; Zurückschalten auf Masterspindel S1.

Weitere Informationen

Interpretation des S-Werts bei der Masterspindel

Ist in der G-Funktionsgruppe 1 (modal wirksame Bewegungsbefehle) die Funktion G331 oder G332 aktiv, wird der programmierte S-Wert immer als Drehzahl in Umdrehungen/min interpretiert. Andernfalls ist die Interpretation des S-Werts abhängig von der G-Funktionsgruppe 15 (Vorschubtyp): Bei aktivem G96, G961 oder G962 wird der S-Wert als konstante Schnittgeschwindigkeit in m/min interpretiert, in allen anderen Fällen als Drehzahl in Umdrehungen/min.

Bei einem Wechsel von G96/G961/G962 auf G331/G332 wird der Wert der konstanten Schnittgeschwindigkeit auf Null gesetzt, bei einem Wechsel von G331/G332 auf eine Funktion innerhalb der G-Funktionsgruppe 1 ungleich G331/G332 wird der Drehzahlwert auf Null gesetzt. Die betreffenden S-Werte müssen bei Bedarf neu programmiert werden.

Voreingestellte M-Befehle M3, M4, M5

In einem Satz mit Achsbefehlen werden die Funktionen M3, M4, M5 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 vorhanden sein (Masterspindel plus 4 zusätzliche Spindeln).

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 (z. B. eine zweite Arbeitsspindel und ein 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`

Programmierbares Umschalten der Masterspindel

Über den Befehl `SETMS(<n>)` kann im NC-Programm jede Spindel als Masterspindel definiert werden. `SETMS` muss in einem eigenen Satz stehen.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
`N10 SETMS(2)`	`; Spindel 2 ist jetzt Masterspindel.`

Hinweis

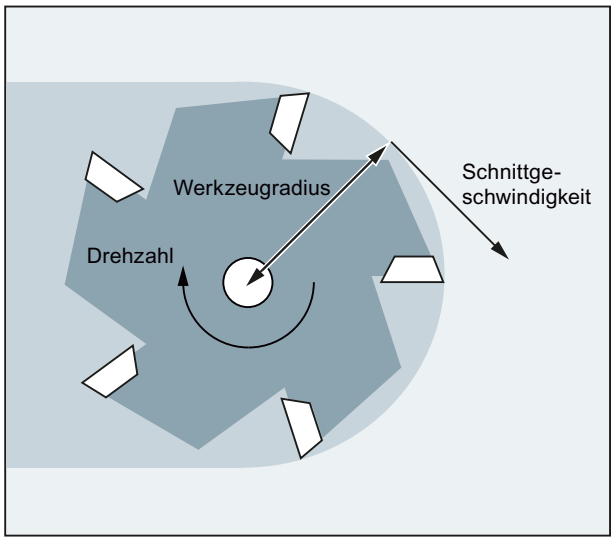
Für die neu deklarierte Masterspindel gelten jetzt die mit `S...` angegebene Drehzahl sowie die mit `M3`, `M4`, `M5` programmierten Funktionen.

Mit `SETMS` ohne Spindelangabe wird auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel zurückgeschaltet.

6.2 Schnittgeschwindigkeit (SVC)

Funktion

Alternativ zur Spindeldrehzahl kann bei Fräsbearbeitungen auch die in der Praxis gebräuchlichere Werkzeug-Schnittgeschwindigkeit programmiert werden:



Über den Radius des aktiven Werkzeugs berechnet die Steuerung aus der programmierten Werkzeug-Schnittgeschwindigkeit die wirksame Spindeldrehzahl:

$S = (SVC * 1000) / (R_{WKZ} * 2\pi)$

mit:	S:	Spindeldrehzahl in U/min
	SVC:	Schnittgeschwindigkeit in m/min bzw. ft/min
	R_{WKZ}:	Radius des aktiven Werkzeugs in mm

Der Werkzeugtyp ($TC_DP1) des aktiven Werkzeugs wird nicht berücksichtigt.

Die programmierte Schnittgeschwindigkeit ist unabhängig vom Bahnvorschub `F` sowie der G-Funktionsgruppe 15. Drehrichtung und Spindelstart erfolgt über `M3` bzw. `M4`, Spindel-Stopp über `M5`.

Eine Änderung der Werkzeugradiusdaten im Korrekturspeicher wird mit der nächsten Werkzeugkorrekturanwahl bzw. der nächsten Aktualisierung der aktiven Korrekturdaten wirksam.

Werkzeugwechsel und An-/Abwahl eines Werkzeugkorrekturdatensatzes führen zu einer Neuberechnung der wirksamen Spindeldrehzahl.

Voraussetzungen

Die Programmierung der Schnittgeschwindigkeit erfordert:

- die geometrischen Verhältnisse eines rotierenden Werkzeugs (Fräs- oder Bohrwerkzeug)
- einen aktiven Werkzeugkorrekturdatensatz

Syntax

```
SVC[<n>]=<Wert>
```

Hinweis

Im Satz mit SVC muss der Werkzeugradius bekannt sein, d. h. ein entsprechendes Werkzeug inklusive Werkzeugkorrekturdatensatz aktiv bzw. im Satz angewählt sein. Die Reihenfolge von SVC und T/D-Anwahl bei Programmierung im gleichen Satz ist beliebig.

Bedeutung

SVC: Schnittgeschwindigkeit

[<n>]: Nummer der Spindel

Mit dieser Adresserweiterung wird angegeben, für welche Spindel die programmierte Schnittgeschwindigkeit wirksam sein soll. Ohne Adresserweiterung bezieht sich die Angabe immer auf die aktuelle Masterspindel.

Hinweis:
Für jede Spindel kann eine eigene Schnittgeschwindigkeit vorgegeben werden.

Hinweis:
Die Programmierung von SVC ohne Adresserweiterung setzt voraus, dass die Masterspindel das aktive Werkzeug besitzt. Bei Wechsel der Masterspindel muss der Anwender ein entsprechendes Werkzeug anwählen.

Maßeinheit: m/min bzw. ft/min (abhängig von G700/G710)

Hinweis

Wechsel zwischen SVC und S

Ein Wechsel zwischen SVC- und S-Programmierung ist beliebig möglich, auch bei drehender Spindel. Der jeweils nicht aktive Wert wird gelöscht.

Hinweis

Maximale Werkzeugdrehzahl

Über die Systemvariable $TC_TP_MAX_VELO[<T-Nummer>] kann eine maximale Werkzeugdrehzahl (Spindeldrehzahl) vorgegeben werden.
Wenn keine Drehzahlgrenze definiert ist, dann findet keine Überwachung statt.

Hinweis

Die Programmierung von SVC ist nicht möglich bei aktivem:

- G96/G961/G962
- SUG
- SPOS/SPOSA/M19
- M70

Umgekehrt führt die Programmierung eines dieser Befehle zur Abwahl von SVC.

Hinweis

Die z. B. per CAD-Systemen generierten Werkzeugbahnen von "Normwerkzeugen", welche bereits den Werkzeugradius berücksichtigen und nur die Differenz zum Normwerkzeug im Schneidenradius enthalten, werden im Zusammenhang mit der SVC-Programmierung nicht unterstützt.

Beispiele

Für alle Beispiele soll gelten: Werkzeughalter = Spindel (für Fräsen Standard)

Beispiel 1: Fräser mit Radius 6 mm

Programmcode	Kommentar
N10 G0 X10 T1 D1	; Anwahl Fräswerkzeug mit z.B. $TC_DP6[1,1] = 6 (WZ-Radius = 6 mm)
N20 SVC=100 M3	; Schnittgeschwindigkeit = 100 m/min ⇒ Resultierende Spindeldrehzahl: S = (100 m/min * 1000) / (6,0 mm * 2 * 3,14) = 2653,93 U/min
N30 G1 X50 G95 FZ=0.03	; SVC und Zahnvorschub
...	

Beispiel 2: WZ–Anwahl und SVC im gleichen Satz

Programmcode	Kommentar
N10 G0 X20	
N20 T1 D1 SVC=100	; Werkzeug- und Korrekturdatensatz-Anwahl zusammen mit SVC im Satz (Reihenfolge beliebig).
N30 X30 M3	; Spindelstart mit Drehrichtung rechts, Schnittgeschwindigkeit 100 m/min
N40 G1 X20 F0.3 G95	; SVC und Umdrehungsvorschub

Beispiel 3: Schnittgeschwindigkeiten für zwei Spindeln vorgeben

```
Programmcode                    Kommentar
N10 SVC[3]=100 M6 T1 D1
N20 SVC[5]=200                  ; Der Werkzeugradius der aktiven Werkzeugkorrektur
                                  ist für beide Spindeln gleich, die wirksame
                                  Drehzahl ist für Spindel 3 und Spindel 5
                                  unterschiedlich.
```

Beispiel 4:

Annahmen:

Master bzgl. Werkzeugwechsel wird durch die Toolholder bestimmt:

MD20124 $MC_TOOL_MANAGEMENT_TOOLHOLDER > 1

Beim Werkzeugwechsel wird die alte Werkzeugkorrektur beibehalten und erst mit der Programmierung von D wird eine Werkzeugkorrektur des neuen Werkzeugs aktiv:

MD20270 $MC_CUTTING_EDGE_DEFAULT = - 2

```
Programmcode                    Kommentar
N10 $TC_MPP1[9998,1]=2          ; Magazinplatz ist Werkzeughalter
N11 $TC_MPP5[9998,1]=1          ; Magazinplatz ist Werkzeughalter 1
N12 $TC_MPP_SP[9998,1]=3        ; Werkzeughalter 1 ist der Spindel 3 zugeordnet

N20 $TC_MPP1[9998,2]=2          ; Magazinplatz ist Werkzeughalter
N21 $TC_MPP5[9998,2]=4          ; Magazinplatz ist Werkzeughalter 4
N22 $TC_MPP_SP[9998,2]=6        ; Werkzeughalter 4 ist der Spindel 6 zugeordnet

N30 $TC_TP2[2]="WZ2"
N31 $TC_DP6[2,1]=5.0            ; Radius = 5,0 mm von T2, Korrektur D1

N40 $TC_TP2[8]="WZ8"
N41 $TC_DP6[8,1]=9.0            ; Radius = 9,0 mm von T8, Korrektur D1
N42 $TC_DP6[8,4]=7.0            ; Radius = 7,0 mm von T8, Korrektur D4
...
N100 SETMTH(1)                  ; Masterwerkzeughalternummer setzen
N110 T="WZ2" M6 D1              ; Werkzeug T2 wird eingewechselt und Korrektur D1 aktiviert.
N120 G1 G94 F1000 M3=3 SVC=100  ; S3 = (100 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) =
                                  3184,71 U/min
N130 SETMTH(4)                  ; Masterwerkzeughalternummer setzen
N140 T="WZ8"                    ; Entspricht T8="WZ8"
N150 M6                         ; Entspricht M4=6
                                  Werkzeug "WZ8" kommt auf Mastertoolholder, aber wegen
                                  MD20270=-2 bleibt alte Werkzeugkorrektur aktiv.
```

Programmcode	Kommentar
N160 SVC=50	; S3 = (50 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) = 1592,36 U/min
	Korrektur von Werkzeughalter 1 ist noch aktiv und dieser ist Spindel 3 zugeordnet.
N170 D4	Korrektur D4 von neuem Werkzeug "WZ8" wird aktiv (auf Werkzeughalter 4).
N180 SVC=300	; S6 = (300 m/min * 1000) / (7,0 mm * 2 * 3,14) = 6824,39 U/min
	Spindel 6 ist Werkzeughalter 4 zugeordnet.

Beispiel 5:

Annahmen:

Spindeln sind zugleich Werkzeughalter:

MD20124 $MC_TOOL_MANAGEMENT_TOOLHOLDER = 0

Bei Werkzeugwechsel wird automatisch Werkzeugkorrekturdatensatz D4 angewählt:

MD20270 $MC_CUTTING_EDGE_DEFAULT = 4

Programmcode	Kommentar
N10 $TC_MPP1[9998,1]=2	; Magazinplatz ist Werkzeughalter
N11 $TC_MPP5[9998,1]=1	; Magazinplatz ist Werkzeughalter 1 = Spindel 1
N20 $TC_MPP1[9998,2]=2	; Magazinplatz ist Werkzeughalter
N21 $TC_MPP5[9998,2]=3	; Magazinplatz ist Werkzeughalter 3 = Spindel 3
N30 $TC_TP2[2]="WZ2"	
N31 $TC_DP6[2,1]=5.0	; Radius = 5,0 mm von T2, Korrektur D1
N40 $TC_TP2[8]="WZ8"	
N41 $TC_DP6[8,1]=9.0	; Radius = 9,0 mm von T8, Korrektur D1
N42 $TC_DP6[8,4]=7.0	; Radius = 7,0 mm von T8, Korrektur D4
...	
N100 SETMS(1)	; Spindel 1 = Masterspindel
N110 T="WZ2" M6 D1	; Werkzeug T2 wird eingewechselt und Korrektur D1 aktiviert.
N120 G1 G94 F1000 M3 SVC=100	; S1 = (100 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) = 3184,71 U/min
N200 SETMS(3)	; Spindel 3 = Masterspindel
N210 M4 SVC=150	; S3 = (150 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) = 4777,07 U/min
	Bezieht sich auf die Werkzeugkorrektur D1 von T="WZ2", S1 dreht mit alter Drehzahl weiter.
N220 T="WZ8"	; Entspricht T8="WZ8"

```
Programmcode                          Kommentar
N230 M4 SVC=200                       ; S3 = (200 m/min * 1000) / (5,0 mm * 2 * 3,14) =
                                        6369,43 U/min
                                        Bezieht sich auf die Werkzeugkorrektur D1 von T="WZ2".
N240 M6                               ; Entspricht M3=6
                                        Werkzeug "WZ8" kommt auf Masterspindel, die
                                        Werkzeugkorrektur D4 des neuen Werkzeugs wird aktiv.
N250 SVC=50                           ; S3 = (50 m/min * 1000) / (7,0 mm * 2 * 3,14) =
                                        1137,40 U/min
                                        Korrektur D4 auf Masterspindel ist aktiv.
N260 D1                               ; Korrektur D1 von neuem Werkzeug "WZ8" aktiv.
N270 SVC[1]=300                       ; S1 = (300 m/min * 1000) / (9,0 mm * 2 * 3,14) =
                                        5307,86 U/min
                                        S3 = (50 m/min * 1000) / (9,0 mm * 2 * 3,14) = 884,64 U/min
...
```

Weitere Informationen

Werkzeugradius

Folgende Werkzeugkorrekturdaten (des aktiven Werkzeugs) tragen zum Werkzeugradius bei:

- $TC_DP6 (Radius- Geometrie)
- $TC_DP15 (Radius - Verschleiß)
- $TC_SCPx6 (Korrektur zu $TC_DP6)
- $TC_ECPx6 (Korrektur zu $TC_DP6)

Nicht berücksichtigt werden:

- Online-Radiuskorrekturen
- Aufmaß zur programmierten Kontur (OFFN)

Werkzeugradiuskorrektur (G41/G42)

Werkzeugradiuskorrektur (G41/G42) und SVC beziehen sich beide auf den Werkzeugradius, sind aber funktionell entkoppelt und unabhängig voneinander.

Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332)

Die Programmierung von SVC ist auch in Verbindung mit G331 bzw. G332 möglich.

Synchronaktionen

Die Vorgabe von SVC aus Synchronaktionen ist nicht möglich.

Schnittgeschwindigkeit und Spindeldrehzahl-Programmierungsvariante lesen

Die Schnittgeschwindigkeit einer Spindel und die Drehzahl-Programmierungsvariante (Spindeldrehzahl `S` oder Schnittgeschwindigkeit `SVC`) können über Systemvariablen gelesen werden:

- Mit Vorlauf-Stopp im Teileprogramm über die Systemvariablen:

$AC_SVC[<n>]	Schnittgeschwindigkeit, die bei der Aufbereitung des aktuellen Hauptlaufsatzes für die Spindel mit Nummer <n> wirksam war.
$AC_S_TYPE[<n>]	Spindeldrehzahl-Programmierungsvariante, die bei der Aufbereitung des aktuellen Hauptlaufsatzes für die Spindel mit Nummer <n> wirksam war.

Wert:	Bedeutung:
1	Spindeldrehzahl S in U/min
2	Schnittgeschwindigkeit SVC in m/min bzw. ft/min

- Ohne Vorlauf-Stopp im Teileprogramm über die Systemvariablen:

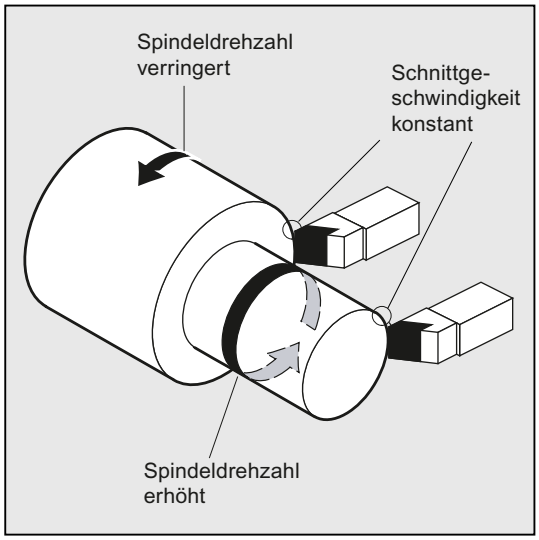
$P_SVC[<n>]	Programmierte Schnittgeschwindigkeit für Spindel <n>
$P_S_TYPE[<n>]	Programmierte Spindeldrehzahl-Programmierungsvariante für Spindel <n>

Wert:	Bedeutung:
1	Spindeldrehzahl S in U/min
2	Schnittgeschwindigkeit SVC in m/min bzw. ft/min

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

Funktion

Bei eingeschalteter Funktion "Konstante Schnittgeschwindigkeit" wird, abhängig vom jeweiligen Werkstückdurchmesser, die Spindeldrehzahl so verändert, dass die Schnittgeschwindigkeit S in m/min bzw. ft/min an der Werkzeugschneide konstant bleibt.



Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- gleichmäßige Drehbilder und damit eine hohe Oberflächenqualität
- werkzeugschonende Bearbeitung

Syntax

Konstante Schnittgeschwindigkeit für die Masterspindel ein-/ausschalten:

```
G96/G961/G962 S...
...
G97/G971/G972/G973
```

Drehzahlbegrenzung für die Masterspindel:
`LIMS=<Wert>`
`LIMS[<Spindel>]=<Wert>`

Andere Bezugsachse für G96/G961/G962:
`SCC[<Achse>]`

Hinweis

`SCC[<Achse>]` kann getrennt oder zusammen mit `G96`/`G961`/`G962` programmiert werden.

Bedeutung

`G96`: Konstante Schnittgeschwindigkeit mit Vorschubtyp G95: EIN

Mit G96 wird automatisch G95 eingeschaltet. Falls G95 vorher noch nicht eingeschaltet war, muss bei Aufruf von G96 ein neuer Vorschubwert `F...` angegeben werden.

`G961`: Konstante Schnittgeschwindigkeit mit Vorschubtyp G94: EIN

`G962`: Konstante Schnittgeschwindigkeit mit Vorschubtyp G94 oder G95: EIN

Hinweis:
Informationen bezüglich G94 und G95 siehe " Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)"

`S...`: Zusammen mit `G96`, `G961` bzw. `G962` wird `S...` nicht als Spindeldrehzahl sondern als Schnittgeschwindigkeit interpretiert. Die Schnittgeschwindigkeit wirkt immer auf die Masterspindel.

Einheit: m/min (bei G71/G710) bzw. feet/min (bei G70/G700)

Wertebereich: 0,1 m/min ... 9999 9999,9 m/min

`G97`: Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten mit Vorschubtyp G95

Nach `G97` (oder `G971`) wird `S...` wieder als Spindeldrehzahl in Umdrehungen/min interpretiert. Falls keine neue Spindeldrehzahl angegeben ist, wird die zuletzt durch `G96` (bzw. `G961`) eingestellte Drehzahl beibehalten.

`G971`: Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten mit Vorschubtyp G94

`G972`: Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten mit Vorschubtyp G94 oder G95

`G973`: Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten ohne Aktivierung der Spindeldrehzahlbegrenzung

`LIMS`: Drehzahlbegrenzung für die Masterspindel (nur wirksam bei aktivem G96/G961/G97)

Bei Maschinen mit umschaltbaren Masterspindeln können in einem Satz für bis zu 4 Spindeln Begrenzungen mit unterschiedlichen Werten programmiert werden.

`<Spindel>`: Nummer der Spindel

`<Wert>`: Spindeldrehzahlobergrenze in Umdrehungen/min

`SCC`: Bei aktiver Funktion G96/G961/G962 kann mit `SCC[<Achse>]` eine beliebige Geometrieachse als Bezugsachse zugeordnet werden.

Hinweis

Bei Erstanwahl von `G96`/`G961`/`G962` muss eine konstante Schnittgeschwindigkeit `S...` eingegeben werden, bei Wiederanwahl von `G96`/`G961`/`G962` ist die Angabe optional.

Hinweis

Die mit `LIMS` programmierte Drehzahlbegrenzung darf die mit `G26` programmierte oder über Settingdaten festgelegte Grenzdrehzahl nicht überschreiten.

Hinweis

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

Beispiele

Beispiel 1: Konstante Schnittgeschwindigkeit mit Drehzahlbegrenzung einschalten

```
Programmcode                                  Kommentar
N10 SETMS(3)
N20 G96 S100 LIMS=2500                        ; Konstante Schnittgeschwindigkeit =
                                                100 m/min, Max. Drehzahl = 2500 U/min
...
N60 G96 G90 X0 Z10 F8 S100 LIMS=444           ; Max. Drehzahl = 444 U/min
```

Beispiel 2: Drehzahlbegrenzung für 4 Spindeln vorgeben

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

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

Beispiel 3: Zuordnung einer Y-Achse bei einer 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 G1 F1.2 X34               ; Planbearbeitung in X mit 1,2 mm/Umdrehung.
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 = 40 m/min, ist abhängig von
                                der Y-Achse.
...
```

```
Programmcode                    Kommentar
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
```

Weitere Informationen

Berechnung der Spindeldrehzahl

Basis für die Berechnung der Spindeldrehzahl aus der programmierten Schnittgeschwindigkeit ist die ENS-Position der Planachse (Radius).

Hinweis

Frames zwischen WKS und ENS (z. B. programmierbare Frames wie SCALE, TRANS oder ROT) werden bei der Berechnung der Spindeldrehzahl berücksichtigt und können eine Drehzahländerung bewirken (z. B. wenn sich bei SCALE der wirksame Durchmesser ändert).

Drehzahlbegrenzung LIMS

Falls ein Werkstück mit großen Durchmesserunterschieden zu bearbeiten ist, empfiehlt sich die Angabe einer Spindeldrehzahlbegrenzung mit `LIMS` (maximale Spindeldrehzahl). Hierdurch lassen sich bei kleinen Durchmessern unzulässig hohe Drehzahlen ausschließen. `LIMS` ist nur wirksam bei aktivem `G96`, `G961` und `G97`. Bei `G971` wirkt `LIMS` nicht. Beim Einwechseln des Satzes in den Hauptlauf werden alle programmierten Werte in die Settingdaten übernommen.

Hinweis

Die im Teileprogramm mit `LIMS` geänderten Drehzahlgrenzen werden in die Settingdaten übernommen und bleiben somit auch über das Programmende hinaus gespeichert.

Sollen die mit `LIMS` geänderten Drehzahlgrenzen nach Programmende dagegen nicht mehr gelten, muss folgende Definition in den GUD-Baustein des Maschinenherstellers eingefügt werden:

REDEF $SA_SPIND_MAX_VELO_LIMS PRLOC

Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten (G97/G971/G973)

Nach `G97/G971` interpretiert die Steuerung einen S-Wert wieder als Spindeldrehzahl in Umdrehungen/min. Falls Sie keine neue Spindeldrehzahl angeben, wird die zuletzt bei `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 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.

Andere Bezugsachse für G96/G961/G962

Bei aktiver Funktion 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.

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

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

Beispiele für Geometrieachstausch mit Zuordnungen der Bezugsachse:

Programmcode	Kommentar
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.

Programmcode	Kommentar
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.

Programmcode	Kommentar
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1,X2)	;Kanalachse X2 wird zur ersten Geoachse.
N20 SCC[X1]	;X1 ist keine Geoachse, Alarm.

Programmcode	Kommentar
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:
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Planachsen (P1) und Vorschübe (V1)

6.4 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.../S<n>=...
```

Bedeutung

GWPSON:	Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit anwählen
GWPSOF:	Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit abwählen
<T-Nr.>:	Angabe der T-Nummer nur notwendig, wenn das Werkzeug mit dieser T-Nummer nicht aktiv ist.
S...:	Umfangsgeschwindigkeit in m/s oder ft/s für die Masterspindel
S<n>=...:	Umfangsgeschwindigkeit in m/s oder ft/s für Spindel <n> **Hinweis:** Die mit S0=... angegebene Umfangsgeschwindigkeit gilt für die Masterspindel.

Hinweis

Eine Scheibenumfangsgeschwindigkeit kann nur für Schleifwerkzeuge (Typ 400 - 499) programmiert werden.

Beispiel

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 Werkzeug.
N45 S1=60               ; SUG für aktives Werkzeug auf 60 m/s setzen.
…
N50 GWPSON(5)           ; SUG-Anwahl für Werkzeug 5 (Spindel 2).
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.
```

Weitere Informationen

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 **ein**geschaltet.

FALSE: SUG ist **aus**geschaltet.

6.5 Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26)

Funktion

Die in Maschinen- und Settingdaten festgelegten minimalen und maximalen Spindeldrehzahlen können per Teileprogrammbefehl verändert werden.

Programmierte Spindeldrehzahlbegrenzungen sind für alle Spindeln des Kanals möglich.

Syntax

```
G25 S… S1=… S2=…
G26 S… S1=… S2=…
```

Bedeutung

G25:	**Untere** Spindeldrehzahlbegrenzung
G26:	**Obere** Spindeldrehzahlbegrenzung
S... S1=… S2=… :	Minimale bzw. maximale Spindeldrehzahl(en) **Hinweis:** Pro Satz dürfen maximal drei Spindeldrehzahlbegrenzungen programmiert werden. Wertebereich: 0.1 ... 9999 9999.9 U/min

Hinweis

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

Sollen die mit G25/G26 geänderten Drehzahlgrenzen nach Programmende dagegen nicht mehr gelten, müssen folgende Definitionen in den GUD-Baustein des Maschinenherstellers eingefügt werden:

REDEF $SA_SPIND_MIN_VELO_G25 PRLOC

REDEF $SA_SPIND_MAX_VELO_G26 PRLOC

Beispiel

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

Vorschubregelung 7

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

Funktion

Mit diesen Befehlen werden im NC-Programm die Vorschubgeschwindigkeiten für alle an der Bearbeitungsfolge beteiligten Achsen eingestellt.

Syntax

```
G93/G94/G95
F...
FGROUP(<Achse1>,<Achse2>,…)
FGREF[<Rundachse>]=<Bezugsradius>
FL[<Achse>]=<Wert>
```

Bedeutung

G93:	Zeitreziproker Vorschub (in 1/min)
G94:	Linearvorschub (in mm/min, inch/min oder Grad/min)
G95:	Umdrehungsvorschub (in mm/Umdrehung bzw. inch/Umdrehung) G95 bezieht sich auf die Umdrehungen der Masterspindel (in der Regel die Frässpindel oder die Hauptspindel der Drehmaschine)
F...:	Vorschubgeschwindigkeit der an der Bewegung beteiligten Geometrieachsen Es gilt die mit G93 / G94 / G95 eingestellte Einheit.
FGROUP:	Für alle unter FGROUP angegebenen Achsen (Geometrieachsen/Rundachsen) gilt die unter F programmierte Vorschubgeschwindigkeit
FGREF:	Mit FGREF wird für jede der unter FGROUP angegebenen Rundachsen der effektive Radius (<Bezugsradius>) programmiert
FL:	Grenzgeschwindigkeit für Synchron-/Bahnachsen Es gilt die mit G94 eingestellte Einheit. Pro Achse (Kanalachse, Geometrieachse oder Orientierungsachse) kann ein FL-Wert programmiert werden. <Achse>: Als Achsbezeichner sind die des Basiskoordinatensystems zu verwenden (Kanalachsen, Geometrieachsen).

Beispiele

Beispiel 1: Wirkungsweise von FGROUP

Das folgende Beispiel soll die Wirkung von FGROUP 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 FGROUP(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
```

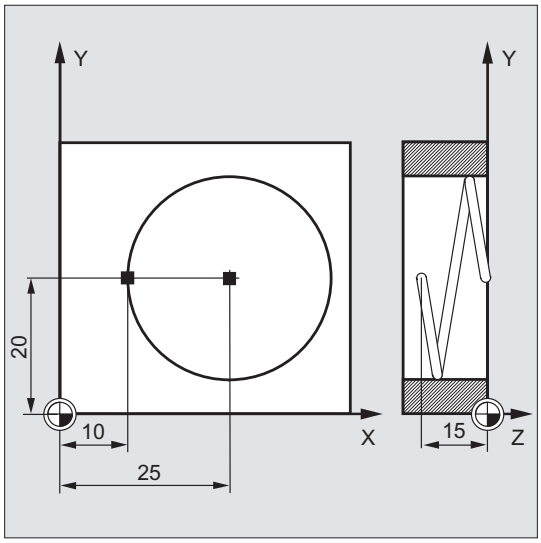
Beispiel 2: Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL verfahren

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

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

Beispiel 3: Schraubenlinieninterpolation

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

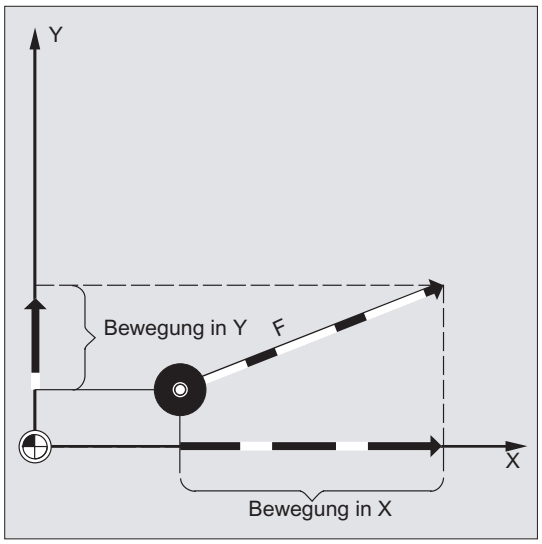


Programmcode	Kommentar
N10 G17 G94 G1 Z0 F500	; Zustellen des Werkzeugs.
N20 X10 Y20	; Anfahren der Startposition.
N25 FGROUP(X,Y)	; Achsen X/Y sind Bahnachsen, Z ist Synchronachse.
N30 G2 X10 Y20 Z-15 I15 J0 F1000 FL[Z]=200	; Auf der Kreisbahn gilt Vorschub 1000 mm/min, in Z-Richtung wird synchron verfahren.
...	
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.

Weitere Informationen

Vorschubgeschwindigkeit für Bahnachsen (F)

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.



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

Pro NC-Satz darf ein `F`-Wert programmiert werden. Die Einheit der Vorschubgeschwindigkeit wird über einen der G-Befehle `G93`/`G94`/`G95` festgelegt. Der Vorschub `F` wirkt nur auf Bahnachsen und gilt solange, bis ein neuer Vorschubwert programmiert wird. Nach der Adresse `F` sind Trennzeichen zulässig.

Beispiele:

`F100` oder `F 100`

`F.5`

`F=2*FEED`

Vorschubart (G93/G94/G95)

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

Zeitreziproker Vorschub (G93)

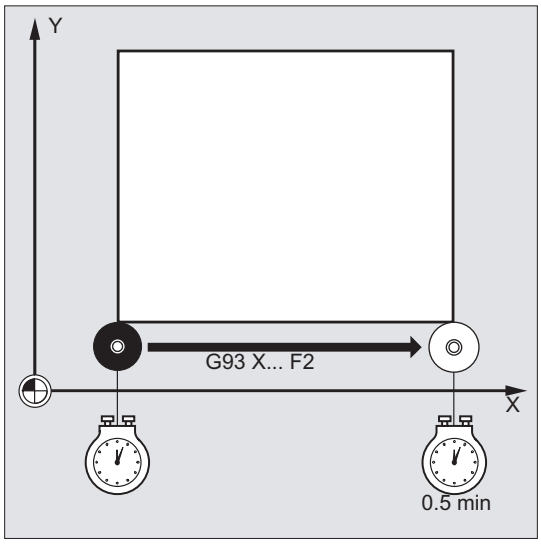
Der zeitreziproke Vorschub gibt die Zeitdauer für das Abfahren eines Satzes an.

Einheit: 1/min

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.

Vorschub für Synchronachsen

Der unter der Adresse `F` programmierte Vorschub 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.

Grenzgeschwindigkeit für Synchronachsen (FL)

Mit dem Befehl `FL` kann für Synchronachsen eine Grenzgeschwindigkeit programmiert werden. Falls kein `FL` programmiert wird, gilt die Eilganggeschwindigkeit. Abgewählt wird `FL` durch MD-Zuweisung (MD36200 $MA_AX_VELO_LIMIT).

Bahnachse als Synchronachse verfahren (FGROUP)

Mit `FGROUP` wird festgelegt, ob eine Bahnachse mit Bahnvorschub oder als Synchronachse verfahren werden soll. Bei der Schraubenlinieninterpolation kann z. B. festgelegt werden, dass nur zwei Geometrieachsen X und Y mit programmiertem Vorschub verfahren werden sollen. Die Zustellachse Z wäre dann Synchronachse.

Beispiel: `FGROUP(X,Y)`

FGROUP ändern

Eine Änderung der mit FGROUP getroffenen Einstellung ist möglich:

1. durch erneute Programmierung von FGROUP: z. B. FGROUP(X,Y,Z)
2. durch Programmierung von FGROUP ohne Achsangabe: FGROUP()

   Nach FGROUP() gilt der im Maschinendatum eingestellte Grundzustand. Geometrieachsen fahren jetzt wieder im Bahnachsverbund.

Hinweis

Achsbezeichner bei FGROUP müssen Kanalachsnamen sein.

Maßeinheiten für den Vorschub F

Mit den G-Befehlen G700 und G710 wird zusätzlich zu den geometrischen Angaben auch das Maßsystem für die Vorschübe F definiert, d. h.:

- bei G700: [inch/min]
- bei G710: [mm/min]

Hinweis

Durch G70/G71 werden Vorschubangaben **nicht** beeinflusst.

Maßeinheit für Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL

Die für F per G-Befehl G700/G710 eingestellte Maßeinheit gilt auch für FL.

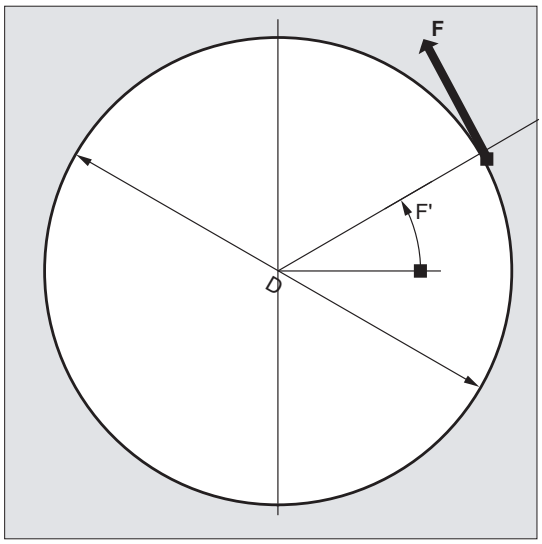
Maßeinheit für Rund- und Linearachsen

Für Linear- und Rundachsen, die über 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] * π * D[mm] / 360[Grad]

mit:	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) 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 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 = 1 mm wirksam. Dies entspricht einem Bezugsradius von FGREF = 360 mm / (2π) = 57.296 mm.

Hinweis

Diese Voreinstellung ist unabhängig vom aktiven Grundsystem (MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) und von der aktuell wirksamen G70/G71/G700/G710-Einstellung.

Besonderheiten:

Programmcode

```
N100 FGROUP(X,Y,Z,A)
N110 G1 G91 A10 F100
N120 G1 G91 A10 X0.0001 F100
```

Bei dieser Programmierung wird der programmierte F-Wert in N110 als Rundachsvorschub in Grad/min bewertet, während die Vorschubbewertung in N120 abhängig von der aktuell wirksamen G70/G71/G700/G710-Einstellung entweder 100 inch/min oder 100 mm/min ist.

ACHTUNG
Vorschubunterschied 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 • bei G70/G700: FGREF[A]=57.296/25.4

Bezugsradius lesen

Der Wert des Bezugsradius einer Rundachse kann über Systemvariablen gelesen werden:

- In Synchronaktionen oder mit Vorlauf-Stopp im Teileprogramm über die Systemvariable:

$AA_FGREF[<Achse>]	Aktueller Hauptlauf-Wert

- Ohne Vorlauf-Stopp im Teileprogramm über die Systemvariable:

$PA_FGREF[<Achse>]	Programmierter Wert

Sind keine Werte programmiert, liest man in beiden Variablen für Rundachsen die Voreinstellung 360 mm / (2π) = 57.296 mm (entspricht 1 mm pro Grad).

Für Linearachsen liest man in beiden Variablen immer den Wert 1 mm.

Geschwindigkeitsbestimmende Bahnachsen lesen

Die an der Bahninterpolation beteiligten Achsen können über Systemvariablen gelesen werden:

- In Synchronaktionen oder mit Vorlauf-Stopp im Teileprogramm über die Systemvariablen:

$AA_FGROUP[<Achse>]	Liefert den Wert "1", wenn die angegebene Achse per Grundeinstellung oder durch FGROUP-Programmierung einen Einfluss auf die Bahngeschwindigkeit im aktuellen Hauptlaufsatz hat. Wenn nicht, dann liefert die Variable den Wert "0".
$AC_FGROUP_MASK	Liefert einen Bitschlüssel der mit FGROUP programmierten Kanalachsen, die zur Bahngeschwindigkeit beitragen sollen.

- Ohne Vorlauf-Stopp im Teileprogramm über die Systemvariablen:

$PA_FGROUP[<Achse>]	Liefert den Wert "1", wenn die angegebene Achse per Grundeinstellung oder durch FGROUP-Programmierung einen Einfluss auf die Bahngeschwindigkeit hat. Wenn nicht, dann liefert die Variable den Wert "0".
$P_FGROUP_MASK	Liefert einen Bitschlüssel der mit FGROUP programmierten Kanalachsen, die zur Bahngeschwindigkeit beitragen sollen.

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[effektiv] = n-teWurzel aus [(FGREF[A] * FGREF[B]...)]

mit:
- 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 berechnet sich der effektive Faktor als Wurzel aus dem Produkt der beiden axialen Faktoren:

FGREF[effektiv] = 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:

- Palettenzuführeinrichtungen
- Messstationen

Mit WAITP kann im NC-Programm die Stelle gekennzeichnet werden, 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 angegebenen Wartemarke augenblicklich der nächste NC-Satz eingewechselt.

Syntax

```
POS[<Achse>]=<Position>
POSA[<Achse>]=<Position>
POSP[<Achse>]=(<Endposition>,<Teillänge>,<Modus>)
FA[<Achse>]=<Wert>
WAITP(<Achse>) ; Programmierung im eigenen NC-Satz!
WAITMC(<Wartemarke>)
```

Bedeutung

POS / POSA: Positionierachse auf die angegebene Position verfahren

POS und POSA haben die gleiche Funktionalität, unterscheiden sich aber im Satzwechselverhalten:

- Mit POS wird der NC-Satz erst weitergeschaltet, wenn die anzufahrende Position erreicht ist.
- Mit POSA wird der NC-Satz weitergeschaltet, auch wenn die anzufahrende Position nicht erreicht ist.

<Achse>: Name der zu verfahrenden Achse (Kanal- oder Geometrieachsbezeichner)

<Position>: Anzufahrende Achsposition

Typ: REAL

POSP: Positionierachse in Teilstücken auf die angegebene Endposition verfahren

<Endposition>: Anzufahrende Achsendposition

<Teillänge>: Länge eines Teilstücks

<Modus>: Anfahrmodus

= 0: Für die beiden letzten Teilstücke erfolgt eine Aufteilung des verbleibenden Wegs bis zur Endposition auf zwei gleich große Reststücke (Vorbesetzung).

= 1: Die Teillänge wird so angepasst, dass die Summe aller errechneten Teillängen genau den Weg zur Endposition ergibt.

Hinweis:
POSP wird speziell für die Programmierung von Pendelbewegungen eingesetzt.

Literatur:
Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Pendeln"

FA: Vorschub für die angegebene Positionierachse

<Achse>: Name der zu verfahrenden Achse (Kanal- oder Geometrieachsbezeichner)

<Wert>: Vorschubgeschwindigkeit

Einheit: mm/min bzw. inch/min oder Grad/min

Hinweis:
Pro NC-Satz können maximal 5 FA-Werte programmiert werden.

WAITP: Warten auf das Verfahrende einer Positionierachse

Mit der Abarbeitung nachfolgender Sätze wird solange gewartet, bis die angegebene und in einem früheren NC-Satz mit POSA programmierte Positionierachse ihre Endposition erreicht hat (mit Genauhalt fein).

<Achse>: Name der Achse (Kanal- oder Geometrieachsbezeichner), für die der WAITP-Befehl gelten soll

Hinweis:
Mit WAITP kann eine Achse als Pendelachse oder für das Verfahren als konkurrierende Positionsachse (durch PLC) freigegeben werden.

WAITMC: Warten auf das Eintreffen der angegebenen Wartemarke

Bei Eintreffen der Wartemarke wird sofort der nächste NC-Satz eingewechselt.

<Wartemarke>: Nummer der Wartemarke

⚠ VORSICHT

Fahren mit POSA

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 bei G9) angehalten.

Beispiele

Beispiel 1: Fahren mit POSA und Zugriff auf Zustandsdaten der Maschine

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 G0 Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARKE1:	
N...	

Beispiel 2: 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 G0 X50 Y70	; Positionier- und Bahnachsen verfahren.
N50 WAITP(U)	; Der Programmablauf wird erst fortgesetzt, wenn die Achse U die in N20 programmierte Position erreicht hat.
…	

Weitere Informationen

Fahren mit POSA

Die Satzweiterschaltung bzw. der Programmablauf wird durch POSA nicht beeinflusst. Die Bewegung zum Endpunkt kann parallel zum Abarbeiten von nachfolgenden NC-Sätzen durchgeführt werden.

Fahren mit POS

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

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 Wartemarke noch nicht erreicht ist, oder ein anderes Satzendekriterium den Satzwechsel verhindert. Nach einem WAITMC startet die Achse sofort durch, falls nicht ein anderes Satzendekriterium 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 damit beim Gewindeschneiden mit G33 und großer Steigung eine bessere Güte erreicht werden.
Die Umschaltung in den lagegeregelten Spindelbetrieb erfolgt über den NC-Befehl SPCON.

Hinweis

SPCON benötigt max. 3 Interpolationstakte.

Syntax

```
SPCON / SPCON(<n>) / SPCON(<n>,<m>,...)
...
SPCOF / SPCOF(<n>) / SPCOF(<n>,<m>,...)
```

Bedeutung

`SPCON`: Lageregelbetrieb einschalten

Die angegebene Spindel wird von Drehzahlregelung in Lageregelung umgeschaltet.

`SPCON` wirkt modal und bleibt bis `SPCOF` erhalten.

`SPCOF`: Lageregelbetrieb ausschalten

Die angegebene Spindel wird von Lageregelung in Drehzahlregelung umgeschaltet.

`<n>`: Nummer der Spindel, die umgeschaltet werden soll.

Ohne Angabe einer Spindelnummer bezieht sich `SPCON`/`SPCOF` auf die Masterspindel.

`<n>,<m>,...`: In einem Satz können auch mehrere Spindeln mit `SPCON` oder `SPCOF` umgeschaltet werden.

Hinweis

Die Drehzahl wird mit `S…` angegeben.

Für die Drehrichtungen und Spindel-Halt gelten `M3`, `M4` und `M5`.

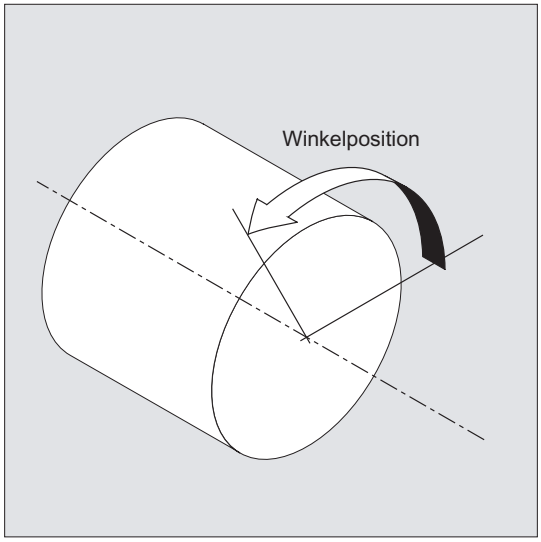
Hinweis

Bei Synchronspindel-Sollwertkopplung muss die Leitspindel lagegeregelt sein.

7.4 Spindeln positionieren (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS)

Funktion

Mit SPOS, SPOSA oder M19 können Spindeln auf bestimmte Winkelstellungen positioniert werden, z. B. beim Werkzeugwechsel.



SPOS, SPOSA und M19 bewirken eine temporäre Umschaltung in den Lageregelbetrieb bis zum nächsten M3/M4/M5/M41 ... M45.

Positionieren im Achsbetrieb

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.

Positionierende

Das Bewegungsendekriterium beim Positionieren der Spindel ist über FINEA, CORSEA, IPOENDA oder IPOBRKA programmierbar.

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

Synchronisation

Um Spindelbewegungen zu synchronisieren, kann mit WAITS bis zum Erreichen der Spindelposition gewartet werden.

Voraussetzungen

Die zu positionierende Spindel muss im lagegeregelten Betrieb arbeiten können.

Syntax

Spindel positionieren:

SPOS=<Wert> / SPOS[<n>]=<Wert>

SPOSA=<Wert> / SPOSA[<n>]=<Wert>

M19 / M<n>=19

Spindel in den Achsbetrieb umschalten:

M70 / M<n>=70

Bewegungsendekriterium festlegen:

FINEA / FINEA[S<n>]

COARSEA / COARSEA[S<n>]

IPOENDA / IPOENDA[S<n>]

IPOBRKA / IPOBRKA(<Achse>[,<Zeitpunkt>]) ; Programmierung im eigenen NC-Satz!

Spindelbewegungen synchronisieren:

WAITS / WAITS(<n>,<m>) ; Programmierung im eigenen NC-Satz!

Bedeutung

SPOS / SPOSA: Spindel auf die angegebene Winkelstellung positionieren

SPOS und SPOSA haben die gleiche Funktionalität, unterscheiden sich aber im Satzwechselverhalten:

- Mit SPOS wird der NC-Satz wird erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist.
- Mit SPOSA wird der NC-Satz weitergeschaltet, auch wenn die Position nicht erreicht ist.

<n>: Nummer der Spindel, die positioniert werden soll.

Ohne Angabe einer Spindelnummer oder mit Spindelnummer "0" bezieht sich SPOS bzw. SPOSA auf die Masterspindel.

<Wert>: Winkelstellung, auf die die Spindel positioniert werden soll

Einheit: Grad

Typ: REAL

Für die Programmierung des Positionsanfahrmodus gibt es folgende Möglichkeiten:

=AC(<Wert>): Absolute Maßangabe

Wertebereich: 0 … 359,9999

=IC(<Wert>): Inkrementelle Maßangabe

Wertebereich: 0 … ±99 999,999

=DC(<Wert>): Anfahren auf direktem Weg auf Absolutwert

=ACN(<Wert>): Absolute Maßangabe, Anfahren in negativer Richtung

=ACP(<Wert>): Absolute Maßangabe, Anfahren in positiver Richtung

=<Wert>: wie DC(<Wert>)

M<n>=19: Masterspindel (M19 oder M0=19) oder Spindel mit Nummer <n> (M<n>=19) auf die mit SD43240 $SA_M19_SPOS vorgegebene Winkelstellung mit dem in SD43250 $SA_M19_SPOSMODE vorgegebenen Positionsanfahrmodus positionieren

Der NC-Satz wird erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist.

M<n>=70: Masterspindel (M70 oder M0=70) oder Spindel mit Nummer <n> (M<n>=70) in den Achsbetrieb umschalten

Es wird keine definierte Position angefahren. Der NC-Satz wird weitergeschaltet, wenn die Umschaltung ausgeführt wurde.

FINEA: Bewegungsende bei Erreichen von "Genauhalt fein"

COARSEA: Bewegungsende bei Erreichen von "Genauhalt grob"

IPOENDA: Bewegungsende bei Erreichen von "Interpolator-Stopp"

S<n>: Spindel, für die das programmierte Bewegungsendekriterium wirksam sein soll

<n>: Spindelnummer

Ohne Angabe einer Spindel [S<n>] oder mit Spindelnummer "0" bezieht sich das programmierte Bewegungsendekriterium auf die Masterspindel.

IPOBRKA: Satzwechsel in der Bremsrampe möglich

<Achse>: Kanalachsbezeichner

<Zeitpunkt>: Zeitpunkt des Satzwechsels bezogen auf die Bremsrampe

Einheit: Prozent

Wertebereich: 100 (Einsatzzeitpunkt der Bremsrampe) … 0 (Ende der Bremsrampe)

Ohne Angabe des Parameters <Zeitpunkt> wird der aktuelle Wert des Settingdatums wirksam:

SD43600 $SA_IPOBRAKE_BLOCK_EXCHANGE

Hinweis:

IBOBRKA mit Zeitpunkt "0" ist identisch mit IPOENDA.

WAITS:	Synchronisationsbefehl für die angegebene(n) Spindel(n) Mit der Abarbeitung nachfolgender Sätze wird solange gewartet, bis die angegebene(n) und in einem früheren NC-Satz mit SPOSA programmierte(n) Spindel(n) ihre Position(en) erreicht haben (mit Genauhalt fein).	
	WAITS nach M5:	Warten, bis die angegebene(n) Spindel(n) stehen.
	WAITS nach M3/M4:	Warten, bis die angegebene(n) Spindel(n) ihre Solldrehzahl erreicht haben.
	<n>,<m>:	Nummern der Spindeln, für die der Synchronisationsbefehl gelten soll Ohne Angabe einer Spindelnummer oder mit Spindelnummer "0" bezieht sich WAITS auf die Masterspindel.

Hinweis

Pro NC-Satz sind 3 Spindelpositionsangaben möglich.

Hinweis

Bei Inkrementeller Maßangabe IC(<Wert>) ist die Spindelpositionierung über mehrere Umdrehungen möglich.

Hinweis

Wurde vor SPOS die Lageregelung mit SPCON eingeschaltet, bleibt diese bis SPCOF erhalten.

Hinweis

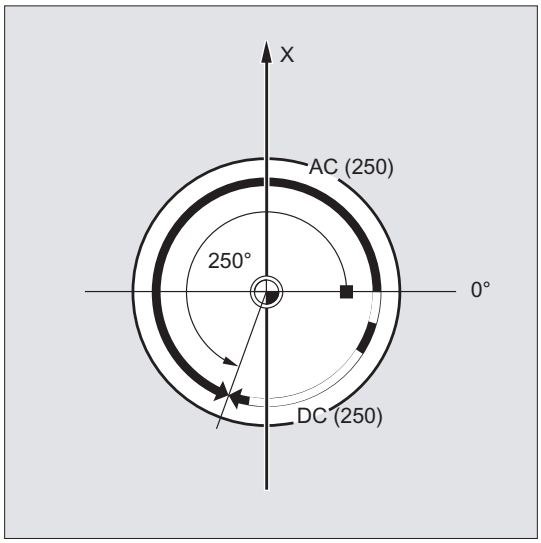
Die Steuerung erkennt aufgrund der Programmierabfolge selbständig den Übergang in den Achsbetrieb. Die explizite Programmierung von M70 im Teileprogramm ist daher grundsätzlich nicht mehr notwendig. M70 kann jedoch weiterhin programmiert werden, um z. B. die Lesbarkeit des Teileprogramms zu erhöhen.

Beispiele

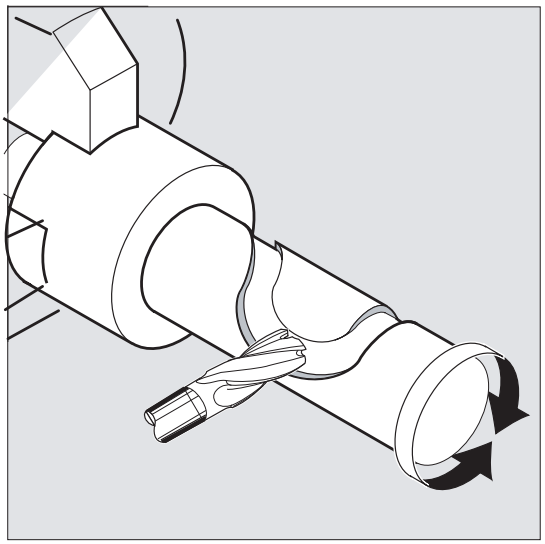
Beispiel 1: Spindel mit negativer Drehrichtung positionieren

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

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



Beispiel 2: Spindelpositionierung im Achsbetrieb



Programmvariante 1:

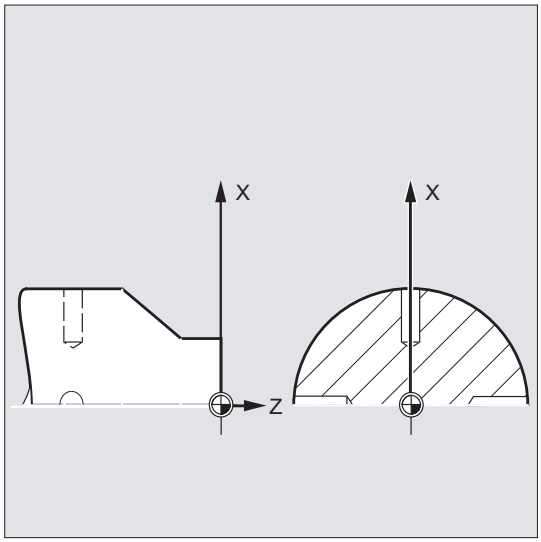
```
Programmcode                    Kommentar
...
N10 M3 S500
...
N90 SPOS[2]=0                   ; Lageregelung ein, Spindel 2 positioniert auf 0, im
                                  nächsten Satz kann im Achsbetrieb verfahren werden.
N100 X50 C180                   ; Spindel 2 (C-Achse) wird in der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

Programmvariante 2:

```
Programmcode                    Kommentar
...
N10 M3 S500
...
N90 M2=70                       ; 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 3: 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.



```
Programmcode                Kommentar
....
N110 S2=1000 M2=3           ; Querbohreinrichtung einschalten.
N120 SPOSA=DC(0)            ; Hauptspindel direkt auf 0° positionieren,
                              die Satzweiterschaltung 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
                              Mehrkantdreheinrichtung und die Synchronspindel
                              möglich, nicht für angetriebene Werkzeuge auf dem
                              Querschlitten).
N140 G0 X34
N145 SPOS=IC(90)            ; Die Positionierung erfolgt mit Lesehalt 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
...
```

Weitere Informationen

Positionieren mit SPOSA

Die Satzweiterschaltung 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).

Hinweis

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 / M19

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

Geschwindigkeit der Bewegungen:

Die Geschwindigkeit und das Verzögerungsverhalten für die Positionierung sind in Maschinendaten hinterlegt. Die projektierten Werte können durch Programmierung oder durch Synchronaktionen geändert werden, siehe:

- Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Seite 123)
- Programmierbare Beschleunigungskorrektur (ACC) (Option) (Seite 129)

Angabe der Spindelpositionen:

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

Spindelbewegungen synchronisieren mit WAITS

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:

Programmcode	Kommentar
N10 SPOSA[2]=180 SPOSA[3]=0	
...	
N40 WAITS(2,3)	; Im Satz wird so lange gewartet, bis Spindeln 2 und 3 die in Satz N10 angegebenen Positionen erreicht haben.

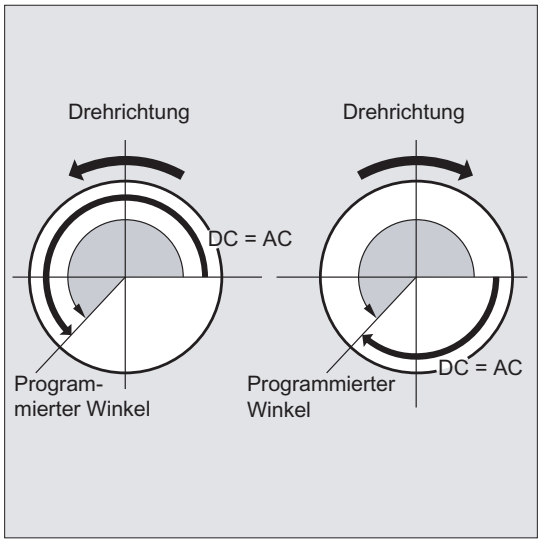
Nach M5 kann mit WAITS darauf gewartet werden, dass die Spindel(n) zum Stillstand gekommen ist/sind. Nach M3/M4 kann mit WAITS darauf gewartet werden, dass die Spindel(n) die vorgegebene Drehzahl/Drehrichtung erreicht hat/haben.

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.

Spindel aus dem Stillstand (M5) positionieren

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

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

Funktion

Positionierachsen, wie z. B. Werkstücktransportsysteme, Revolver oder Lünetten, werden unabhängig von Bahn- und Synchronachsen verfahren. Deshalb wird für jede Positionierachse ein eigener Vorschub definiert.

Auch für Spindeln kann ein eigener axialer Vorschub programmiert werden.

Daneben besteht die Möglichkeit, den Umdrehungsvorschub für Bahn- und Synchronachsen oder für einzelne Positionierachsen/Spindeln von einer anderen Rundachse oder Spindel abzuleiten.

Syntax

Vorschub für Positionierachse:
FA[<Achse>]=…

Axialer Vorschub für Spindel:
FA[SPI(<n>)]=…
FA[S<n>]=…

Umdrehungsvorschub für Bahn-/Synchronachsen ableiten:

```
FPR(<Rundachse>)
FPR(SPI(<n>))
FPR(S<n>)
```

Umdrehungsvorschub für Positionierachsen/Spindeln ableiten:

```
FPRAON(<Achse>,<Rundachse>)
FPRAON(<Achse>,SPI(<n>))
FPRAON(<Achse>,S<n>)
FPRAON(SPI(<n>),<Rundachse>)
FPRAON(S<n>,<Rundachse>)
FPRAON(SPI(<n>),SPI(<n>))
FPRAON(S<n>,S<n>)
FPRAOF(<Achse>,SPI(<n>),…)
FPRAOF(<Achse>,S<n>,…)
```

Bedeutung

FA[...]=... :	Vorschub für die angegebene Positionierachse bzw. Positioniergeschwindigkeit (axialer Vorschub) für die angegebene Spindel	
	Einheit:	mm/min bzw. inch/min oder Grad/min
	Wertebereich:	… 999 999,999 mm/min, Grad/min
		… 39 999,9999 inch/min
FPR(...):	Mit FPR wird die Rundachse (<Rundachse>) oder Spindel (SPI(<n>) / S<n>) gekennzeichnet, von der der unter G95 programmierte Umdrehungsvorschub für den Umdrehungsvorschub der Bahn- und Synchronachsen abgeleitet werden soll.	

FPRAON(...):	Umdrehungsvorschub für Positionierachsen und Spindeln ableiten Der erste Parameter (<Achse> / SPI(<n>) / S<n>) kennzeichnet die Positionierachse/Spindel, die mit Umdrehungsvorschub verfahren soll. Der zweite Parameter (<Rundachse> / SPI(<n>) / S<n>) kennzeichnet die Rundachse/Spindel, von der der Umdrehungsvorschub abgeleitet werden soll. **Hinweis:** Der zweite Parameter kann auch entfallen, dann wird der Vorschub von der Masterspindel abgeleitet.
FPRAOF(...):	Mit FPRAOF wird der abgeleitete Umdrehungsvorschub für die angegebenen Achsen oder Spindeln abgewählt.
<Achse>:	Achsbezeichner (Positionier- oder Geometrieachse)
SPI(<n>) / S<n> :	Spindelbezeichner SPI(<n>) und S<n> sind funktionell identisch. <n>: Spindelnummer **Hinweis:** SPI konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner. Der Übergabeparameter (<n>) muss eine gültige Spindelnummer enthalten.

Hinweis

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

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

Hinweis

Der abgeleitete Vorschub errechnet sich nach folgender Formel:

Abgeleiteter Vorschub = Programmierter Vorschub * Betrag Leitvorschub

Beispiele

Beispiel 1: Synchronspindelkopplung

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

```
Programmcode          Kommentar
...
FA[S2]=100            ; Positioniergeschwindigkeit der Folgespindel (Spindel 2)
                        = 100 Grad/min
...
```

Beispiel 2: Abgeleiteter Umdrehungsvorschub für Bahnachsen

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

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

Beispiel 3: Umdrehungsvorschub für Masterspindel ableiten

Programmcode	Kommentar
N30 FPRAON(S1,S2)	; Der Umdrehungsvorschub für die Masterspindel (S1) soll von Spindel 2 abgeleitet werden.
N40 SPOS=150	; Masterspindel positionieren.
N50 FPRAOF(S1)	; Abgeleiteten Umdrehungsvorschub für die Masterspindel abwählen.

Beispiel 4: Umdrehungsvorschub für Positionierachse ableiten

Programmcode	Kommentar
N30 FPRAON(X)	; Der Umdrehungsvorschub für die Positionierachse X soll von der Masterspindel abgeleitet werden.
N40 POS[X]=50 FA[X]=500	; Die Positionierachse fährt mit 500 mm/Umdrehung der Masterspindel.
N50 FPRAOF(X)	

Weitere Informationen

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.

Hinweis

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

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.

FPRAON(...)

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

FPRAOF(...)

Mit FPRAOF lässt sich der Umdrehungsvorschub für eine oder gleichzeitig mehrere Achsen/Spindeln ausschalten.

7.6 Programmierbare Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA)

Funktion

Die Geschwindigkeit von Bahn-/Positionierachsen und Spindeln kann im NC-Programm modifiziert werden.

Syntax

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

Bedeutung

OVR:	Vorschubänderung für Bahnvorschub F
OVRRAP:	Vorschubänderung für Eilgang-Geschwindigkeit
OVRA:	Vorschubänderung für Positioniervorschub FA bzw. für Spindeldrehzahl S
<Achse>:	Achsbezeichner (Positionier- oder Geometrieachse)
SPI(<n>) / S<n> :	Spindelbezeichner SPI(<n>) und S<n> sind funktionell identisch. <n>: Spindelnummer **Hinweis:** SPI konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner. Der Übergabeparameter (<n>) muss eine gültige Spindelnummer enthalten.

<Wert>: Vorschubänderung in Prozent

Der Wert bezieht sich auf bzw. überlagert sich mit dem an der Maschinensteuertafel eingestellten Vorschub-Override.

Wertebereich: … 200%, ganzzahlig

Hinweis:
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	; Der Bahnvorschub wird auf 25%, der Positioniervorschub für die Positionierachse A1 auf 70% reduziert.

Beispiel 4:

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

oder

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

7.7 Programmierbare 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 kann für jede Bahnachse oder Spindel die Beschleunigung per Befehl im NC-Programm verändert werden. Die Begrenzung wirkt in allen Interpolationsarten. Als 100 % Beschleunigung gelten die in den Maschinendaten festgelegten Werte.

Syntax

```
ACC[<Achse>]=<Wert>
ACC[SPI(<n>)]=<Wert>
ACC(S<n>)=<Wert>
```

Ausschalten:
```
ACC[...]=100
```

Syntax

`ACC`:	Beschleunigungsänderung für die angegebene Bahnachse bzw. Drehzahländerung für die angegebene Spindel
`<Achse>`:	Kanalachsname der Bahnachse
`SPI(<n>)` / `S<n>` :	Spindelbezeichner `SPI(<n>)` und `S<n>` sind funktionell identisch. `<n>`: Spindelnummer **Hinweis:** `SPI` konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner. Der Übergabeparameter `(<n>)` muss eine gültige Spindelnummer enthalten.
`<Wert>`:	Beschleunigungsänderung in Prozent Der Wert bezieht sich auf bzw. überlagert sich mit dem an der Maschinensteuertafel eingestellten Vorschub-Override. Wertebereich: 1 … 200%, ganzzahlig

Hinweis

Bei einer größeren Beschleunigung können die vom Maschinenhersteller zulässigen Werte überschritten werden.

Beispiel

Programmcode	Kommentar
N50 ACC[X]=80	; Der Achsschlitten in X-Richtung soll nur mit 80% Beschleunigung gefahren werden.
N60 ACC[SPI(1)]=50	; Spindel 1 soll nur mit 50% des Beschleunigungsvermögens beschleunigen bzw. bremsen.

Weitere Informationen

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 Sychronaktionen

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 Funktionshandbuch Synchronaktionen).

Beispiel:

```
Programmcode
...
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.

7.8 Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA)

Funktion

Mit den Befehlen FD und FDA können Achsen während des Teileprogrammablaufs mit Handrädern verfahren werden. Die programmierten Verfahrbewegungen der Achsen werden dabei mit den als Weg- oder Geschwindigkeitsvorgaben bewerteten Handradpulsen überlagert.

Bahnachsen
Bei Bahnachsen kann der programmierte Bahnvorschub überlagert werden. Ausgewertet wird dabei das Handrad der 1. Geometrieachse des Kanals. Die drehrichtungsabhängig bewerteten Handradpulse pro IPO-Takt entsprechen der zu überlagernden Bahngeschwindigkeit. Die durch die Handradüberlagerung erreichbaren Bahngeschwindigkeitsgrenzwerte sind:

- Minimum: 0
- Maximum: Maschinendatengrenzwerte der an der Verfahrbewegung beteiligten Bahnachsen

---

Hinweis

Bahnvorschub

Der Bahnvorschub F und der Handradvorschub FD dürfen nicht zusammen in einem NC-Satz programmiert werden.

Positionierachsen
Bei Positionierachsen können axial der Verfahrweg oder die Geschwindigkeit überlagert werden. Ausgewertet wird dabei das der Achse zugeordnete Handrad.

- Wegüberlagerung
  Die drehrichtungsabhängig bewerteten Handradpulse entsprechen dem zu verfahrenden Weg der Achse. Es werden dabei nur Handradpulse in Richtung auf die programmierte Position berücksichtigt.
- Geschwindigkeitsüberlagerung
  Die drehrichtungsabhängig bewerteten Handradpulse pro IPO-Takt entsprechen der zu überlagernden axialen Geschwindigkeit. Die durch die Handradüberlagerung erreichbaren Bahngeschwindigkeitsgrenzwerte sind:
  - Minimum: 0
  - Maximum: Maschinendatengrenzwerte der Positionierachse

Ein ausführliche Beschreibung zur Parametrierung von Handrädern findet sich in:

Literatur
/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Handfahren und Handradfahren (H1)

Syntax

```
FD=<Geschwindigkeit>
FDA[<Achse>]=<Geschwindigkeit>
```

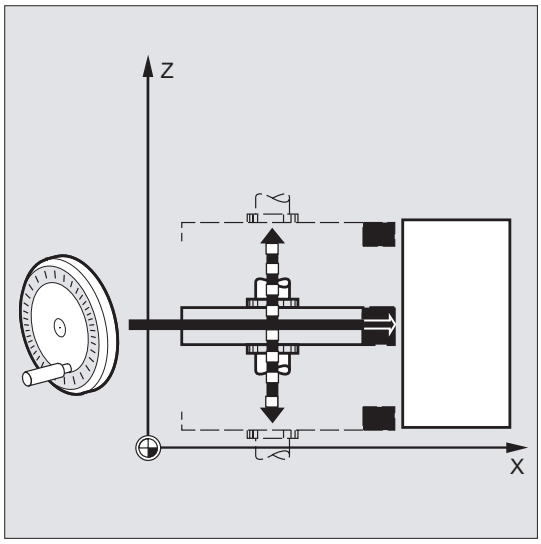
Bedeutung

`FD=< Geschwindigkeit >` :	Bahnvorschub und Freigabe der Geschwindigkeitsüberlagerung durch Handrad. <Geschwindigkeit>: • Wert = 0: Nicht erlaubt! • Wert ≠ 0: Bahngeschwindigkeit
`FDA[<Achse>]=<Geschwindigkeit>` :	axialer Vorschub <Geschwindigkeit>: • Wert = 0: Wegvorgabe durch Handrad • Wert ≠ 0: axiale Geschwindigkeit
`<Achse>`:	Achsbezeichner der Positionierachse

Hinweis

`FD` und `FDA` sind satzweise wirksam.

Beispiel



Wegvorgabe: Die in Z-Richtung pendelnde Schleifscheibe wird per Handrad in X-Richtung an das Werkstück gefahren.

Hierbei kann der Bediener manuell bis zum gleichmäßigen Funkenflug zustellen. Durch Aktivieren von "Restweglöschen" wird in den nächsten NC-Satz gewechselt und im AUTOMATIK-Betrieb weiter gearbeitet.

Weitere Informationen

Bahnachsen mit Geschwindigkeitsüberlagerung verfahren (FD=<Geschwindigkeit>)

Für den Teileprogrammsatz in dem die Bahngeschwindigkeitsüberlagerung programmiert ist, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Wegbefehl `G1`, `G2` oder `G3` aktiv
- Genauhalt `G60` aktiv
- Linearvorschub `G94` aktiv

Vorschub-Override

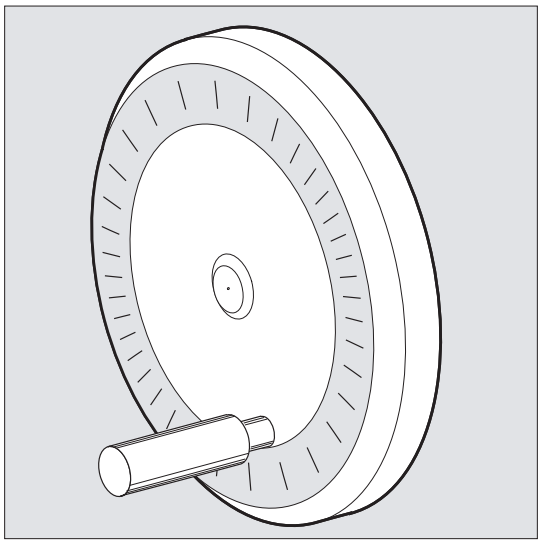
Der Vorschub-Override wirkt nur auf die programmierte Bahngeschwindigkeit, nicht auf den per Handrad erzeugten Geschwindigkeitsanteil (Ausnahme: Vorschub-Override = 0).

Beispiel:

Programmcode	Beschreibung
N10 X… Y… F500	; Bahnvorschub = 500 mm/min
N20 X… Y… FD=700	; Bahnvorschub = 700 mm/min und Geschwindigkeitsüberlagerung
	; durch Handrad.
	; In N20 wird von 500 auf 700 mm/min beschleunigt. Über Handrad
	; kann drehrichtungsabhängig die Bahngeschwindigkeit zwischen 0
	; und Maximalwert (Maschinendaten) verändert werden.

Positionierachsen mit Wegvorgabe verfahren (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 Handrads gesteuert.



Beispiel:

Programmcode	Beschreibung
...	
N20 POS[V]=90 FDA[V]=0	; Zielposition = 90 mm, axialer Vorschub = 0 mm/min und
	; Wegüberlagerung durch Handrad.
	; Geschwindigkeit der Achse V am Satzanfang = 0 mm/min.
	; Weg- und Geschwindigkeitsvorgabe erfolgt durch Handradpulse

Bewegungsrichtung, Fahrgeschwindigkeit:
Die Achsen fahren vorzeichenrichtig den per Handradpulse vorgegebenen Weg. Je nach Drehrichtung kann vorwärts und rückwärts gefahren werden. Je schneller das Handrad gedreht wird, desto höher die Verfahrgeschwindigkeit.

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

Positionierachsen mit Geschwindigkeitsüberl. verfahren (FDA[<Achse>]=<Geschwindigkeit>)

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` kann die programmierte Bewegung zur Zielposition durch Drehen des Handrades beschleunigt oder bis Null verzögert werden. Als Maximalgeschwindigkeit gelten die in Maschinendaten parametrierten Werte.

Beispiel:

Programmcode	Beschreibung
N10 POS[V]=… FA[V]=100	; axialer Vorschub = 100 mm/min
N20 POS[V]=100 FAD[V]=200	; axiale Zielposition = 100, axialer Vorschub = 200 mm/min
	; und Geschwindigkeitsüberlagerung durch Handrad.
	; In N20 wird von 100 auf 200 mm/min beschleunigt. Über
	; Handrad kann drehrichtungsabhängig die Geschwindigkeit
	; zwischen 0 und Maximalwert (Maschinendaten) verändert
	; werden.

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

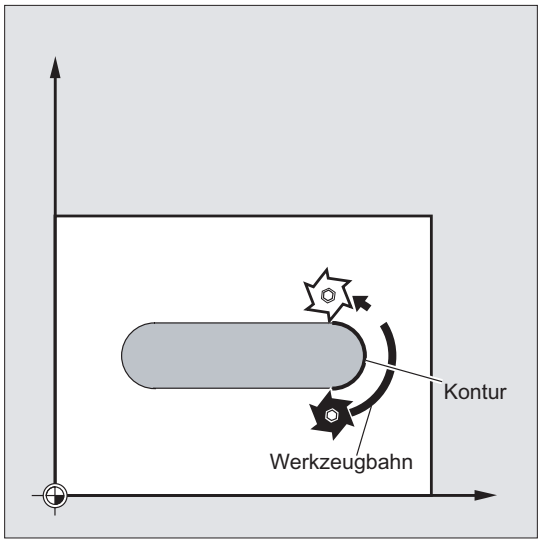
7.9 Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN)

Funktion

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

Beim Fräsen eines Kreises (gleiches gilt für Polynom- und Spline-Interpolation) verändert sich der Vorschub am Fräserrand unter Umständen so stark, dass das Bearbeitungsergebnis darunter leidet.

Beispiel: Fräsen eines 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 wird an der Kontur mit einem sehr kleinen Vorschub gearbeitet. Um solche Effekte zu verhindern, sollte bei gekrümmten Konturen der Vorschub entsprechend geregelt werden.

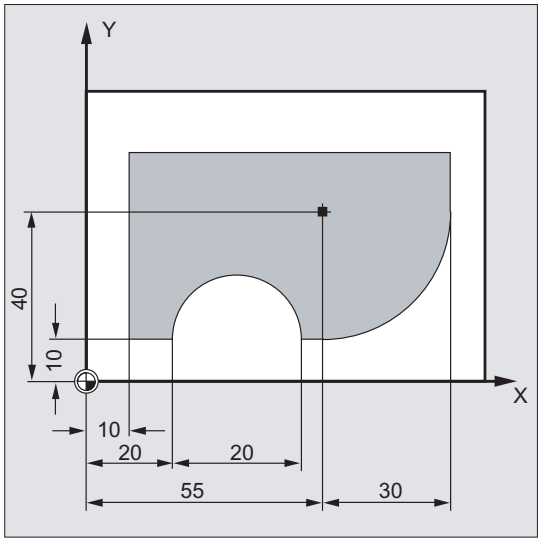
Syntax

```
CFTCP
CFC
CFIN
```

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.

Beispiel

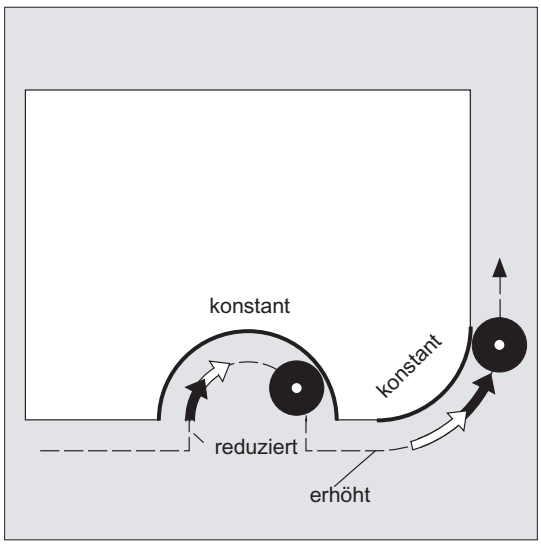


In diesem Beispiel wird zunächst mit CFC-korrigiertem Vorschub die Kontur hergestellt. Beim Schlichten wird der Fräsgrund mit CFIN zusätzlich bearbeitet. Hierdurch lässt sich verhindern, dass der Fräsgrund an Außenradien durch zu hohe Vorschubgeschwindigkeit beschädigt wird.

```
Programmcode                        Kommentar
N10 G17 G54 G64 T1 M6
N20 S3000 M3 CFC F500 G41
N30 G0 X-10
N40 Y0 Z-10                         ; Zustellen auf erste Schnitt-Tiefe
N50 KONTUR1                         ; Unterprogramm-Aufruf
N40 CFIN Z-25                       ; Zustellen auf zweite Schnitt-Tiefe
N50 KONTUR1                         ; Unterprogramm-Aufruf
N60 Y120
N70 X200 M30
```

Weitere Informationen

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 Vorschubwerte in einem Satz" können abhängig von externen digitalen und/oder analogen Eingängen verschiedene Vorschubwerte eines NC-Satzes, Verweilzeit sowie Rückzug bewegungssynchron aktiviert werden.

Syntax

Bahnbewegung:

```
F=... F7=... F6=... F5=... F4=... F3=... F2=... ST=... SR=...
```

Axiale Bewegung:

```
FA[<Ax>]=... FMA[7,<Ax>]=... FMA[6,<Ax>]=... FMA[5,<Ax>]=...
FMA[4,<Ax>]=... FMA[3,<Ax>]=... FMA[2,<Ax>]=... STA[<Ax>]=...
SRA[<Ax>]=...
```

Bedeutung

`F=...` :	Unter der Adresse `F` wird der Bahnvorschub programmiert, der gültig ist, solange kein Eingangssignal ansteht. Wirksamkeit: modal
`F2=...` bis `F7=...` :	Zusätzlich zum Bahnvorschub können bis zu 6 weitere Vorschübe im Satz programmiert werden. Die numerische Erweiterung gibt die Bitnummer des Eingangs an, mit dessen Änderung der Vorschub wirksam wird. Wirksamkeit: satzweise
`ST=...` :	Verweilzeit in s (bei der Technologie Schleifen: Ausfeuerzeit) Eingangsbit: 1 Wirksamkeit: satzweise
`SR=...` :	Rückzugsweg Die Einheit für den Rückzugsweg bezieht sich auf die aktuell gültige Maßeinheit (mm oder inch). Eingangsbit: 0 Wirksamkeit: satzweise
`FA[<Ax>]=...` :	Unter der Adresse `FA` wird der axiale Vorschub programmiert, der gültig ist, solange kein Eingangssignal ansteht. Wirksamkeit: modal
`FMA[2,<Ax>]=...` bis `FMA[7,<Ax>]=...` :	Zusätzlich zum axialen Vorschub `FA` können mit `FMA` bis zu 6 weitere Vorschübe pro Achse im Satz programmiert werden. Der erste Parameter gibt die Bitnummer des Eingangs an, der zweite die Achse, für die der Vorschub gelten soll. Wirksamkeit: satzweise
`STA[<Ax>]=...`:	axiale Verweilzeit in s (bei der Technologie Schleifen: Ausfeuerzeit) Eingangsbit: 1 Wirksamkeit: satzweise
`SRA[<Ax>]=...`:	axialer Rückzugsweg Eingangsbit: 0 Wirksamkeit: satzweise
`<Ax>`:	Achse, für die der Vorschub gelten soll

Hinweis

Priorität der Signale

Die Abfragereihenfolge der Signale erfolgt von Eingangsbit 0 (E0) aufsteigend. Somit besitzen die Rückzugsbewegung die höchste und der Vorschub F7 die niedrigste Priorität. Verweilzeit und Rückzugsbewegung beenden die Vorschubbewegungen, die mit F2 bis F7 aktiviert wurden.

Das Signal mit der höchsten Priorität bestimmt den aktuellen Vorschub.

Hinweis

Restweglöschen

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.

Hinweis

Rückzugsweg

Die Einheit für den Rückzugsweg bezieht sich auf die aktuell gültige Maßeinheit (mm oder inch).

Der Rückhub erfolgt immer in Gegenrichtung zur aktuellen Bewegung. Mit SR/SRA wird immer der Betrag des Rückhubs programmiert. Es wird kein Vorzeichen programmiert.

Hinweis

POS statt POSA

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.

Hinweis

Statusabfrage

Der Status eines Eingangs kann auch für Synchronbefehle unterschiedlicher Achsen abgefragt werden.

Hinweis

LookAhead

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

Beispiele

Beispiel 1: Bahnbewegung

Programmcode	Kommentar
G1 X48 F1000 F7=200 F6=50 F5=25 F4=5 ST=1.5 SR=0.5	; Bahnvorschub = 1000 zusätzliche Bahnvorschubwerte: 200 (Eingangsbit 7) 50 (Eingangsbit 6) 25 (Eingangsbit 5) 5 (Eingangsbit 4) Verweilzeit 1,5s Rückzug 0,5mm

Beispiel 2: Axiale Bewegung

Programmcode	Kommentar
POS[A]=300 FA[A]=800 FMA[7,A]=720 FMA[6,A]=640 FMA[5,A]=560 STA[A]=1.5 SRA[A]=0.5	; Vorschub für Achse A = 800 zusätzliche Vorschubwerte für Achse A: 720 (Eingangsbit 7) 640 (Eingangsbit 6) 560 (Eingangsbit 5) axiale Verweilzeit: 1,5s axialer Rückzug: 0,5mm

Beispiel 3: 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
...	

7.11 Satzweiser Vorschub (FB)

Funktion

Mit der Funktion "Satzweiser Vorschub" kann für einen einzelnen Satz ein separater Vorschub vorgegeben werden. Nach diesem Satz ist der zuvor wirksame modale Vorschub wieder aktiv.

Syntax

```
FB=<Wert>
```

Bedeutung

FB: Vorschub nur für den aktuellen Satz

<WERT>: Der programmierte Wert muss größer Null sein.

Die Interpretation erfolgt entsprechend des aktiven Vorschubtyps:

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

Hinweis

Ist im Satz keine Verfahrbewegung 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.

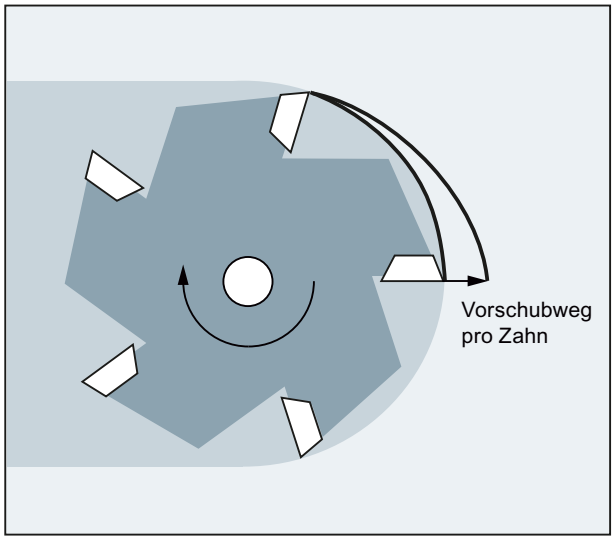
Beispiel

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.
...	

7.12 Zahnvorschub (G95 FZ)

Funktion

Vorrangig für Fräsbearbeitungen kann anstelle des Umdrehungsvorschubs auch der in der Praxis gebräuchlichere Zahnvorschub programmiert werden:



Über den Werkzeugparameter $TC_DPNT (Anzahl der Zähne) des aktiven Werkzeugkorrekturdatensatzes berechnet die Steuerung aus dem programmierten Zahnvorschub für jeden Verfahrsatz den wirksamen Umdrehungsvorschub:

F = FZ * $TC_DPNT

mit:	F:	Umdrehungsvorschub in mm/U bzw. inch/U
	FZ:	Zahnvorschub in mm/Zahn bzw. inch/Zahn
	$TC_DPNT:	Werkzeugparameter: Anzahl der Zähne/U

Der Werkzeugtyp ($TC_DP1) des aktiven Werkzeugs wird nicht berücksichtigt.

Der programmierte Zahnvorschub ist unabhängig von Werkzeugwechsel und An-/Abwahl eines Werkzeugkorrekturdatensatzes und bleibt modal erhalten.

Eine Änderung des Werkzeugparameters $TC_DPNT der aktiven Schneide wird mit der nächsten Werkzeugkorrekturanwahl bzw. der nächsten Aktualisierung der aktiven Korrekturdaten wirksam.

Werkzeugwechsel und An-/Abwahl eines Werkzeugkorrekturdatensatzes führen zu einer Neuberechnung des wirksamen Umdrehungsvorschubs.

Hinweis

Der Zahnvorschub bezieht sich nur auf die Bahn, eine achsspezifische Programmierung ist nicht möglich.

Syntax

```
G95 FZ...
```

Hinweis

G95 und FZ können gemeinsam oder getrennt im Satz programmiert werden.
Die Programmierreihenfolge ist beliebig.

Bedeutung

G95: Vorschubart: Umdrehungsvorschub in mm/U bzw. inch/U (abhängig von G700/G710)
Zu G95 siehe "Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)"

FZ: Zahnvorschubgeschwindigkeit
- Aktivierung: mit G95
- Wirksamkeit: modal
- Maßeinheit: mm/Zahn bzw. inch/Zahn (abhängig von G700/G710)

ACHTUNG

Werkzeugwechsel / Wechsel der Masterspindel

Ein nachfolgender Werkzeugwechsel oder Wechsel der Masterspindel muss vom Anwender durch entsprechende Programmierung, z. B. erneute Programmierung von FZ, berücksichtigt werden.

ACHTUNG

Werkzeugeingriffe undefiniert

Technologische Belange wie z. B. Gleich- oder Gegenlauffräsen, Stirn- oder Umfangsplanfräsen usw. werden ebenso wie die Bahngeometrie (Gerade, Kreis, ...) nicht automatisch berücksichtigt. Diese Faktoren müssen daher bei der Programmierung des Zahnvorschubs beachtet werden.

Hinweis

Umschaltung zwischen G95 F... und G95 FZ...

Mit Umschaltung zwischen G95 F... (Umdrehungsvorschub) und G95 FZ... (Zahnvorschub) wird der jeweils nicht aktive Vorschubwert gelöscht.

Hinweis

Vorschub ableiten mit FPR

Mit FPR kann analog zum Umdrehungsvorschub auch der Zahnvorschub von einer beliebigen Rundachse oder Spindel abgeleitet werden (siehe "Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Seite 123)").

Beispiele

Beispiel 1: Fräser mit 5 Zähnen ($TC_DPNE = 5)

```
Programmcode                Kommentar
N10 G0 X100 Y50
N20 G1 G95 FZ=0.02          ; Zahnvorschub 0,02 mm/Zahn
N30 T3 D1                   ; Werkzeug einwechseln und Werkzeugkorrekturdatensatz
                            aktivieren.
M40 M3 S200                 ; Spindeldrehzahl 200 U/min
N50 X20                     ; Fräsen mit:
                            FZ = 0,02 mm/Zahn
                            wirksamer Umdrehungsvorschub:
                            F = 0,02 mm/Zahn * 5 Zähne/U = 0,1 mm/U
                            bzw.
                            F = 0,1 mm/U * 200 U/min = 20 mm/min
…
```

Beispiel 2: Umschaltung zwischen G95 F... und G95 FZ...

```
Programmcode                Kommentar
N10 G0 X100 Y50
N20 G1 G95 F0.1             ; Umdrehungsvorschub 0,1 mm/U
N30 T1 M6
N35 M3 S100 D1
N40 X20
N50 G0 X100 M5
N60 M6 T3 D1                ; Werkzeug mit z.B. 5 Zähnen ($TC_DPNT = 5) einwechseln.
N70 X22 M3 S300
N80 G1 X3 G95 FZ=0.02       ; Wechsel G95 F… auf G95 FZ…, Zahnvorschub mit 0,02
                            mm/Zahn aktiv.
…
```

Beispiel 3: Zahnvorschub von einer Spindel ableiten (FBR)

```
Programmcode                Kommentar
…
N41 FPR(S4)                 ; Werkzeug auf Spindel 4 (nicht Masterspindel).
N51 G95 X51 FZ=0.5          ; Zahnvorschub 0,5 mm/Zahn abhängig von Spindel S4.
…
```

Beispiel 4: Nachfolgender Werkzeugwechsel

```
Programmcode                Kommentar
N10 G0 X50 Y5
N20 G1 G95 FZ=0.03          ; Zahnvorschub 0,03 mm/Zahn
N30 M6 T11 D1               ; Werkzeug mit z.B. 7 Zähnen ($TC_DPNT = 7) einwechseln.
N30 M3 S100
N40 X30                     ; wirksamer Umdrehungsvorschub 0,21 mm/U
N50 G0 X100 M5
N60 M6 T33 D1               ; Werkzeug mit z.B. 5 Zähnen ($TC_DPNT = 5) einwechseln.
N70 X22 M3 S300
N80 G1 X3                   ; Zahnvorschub modal 0,03 mm/Zahn,
                            wirksamer Umdrehungsvorschub 0,15 mm/U
…
```

Beispiel 5: Wechsel der Masterspindel

```
Programmcode                  Kommentar
N10 SETMS(1)                  ; Spindel 1 ist Masterspindel.
N20 T3 D3 M6                  ; Werkzeug 3 wird auf Spindel 1 gewechselt.
N30 S400 M3                   ; Drehzahl S400 der Spindel 1 (und damit T3).
N40 G95 G1 FZ0.03             ; Zahnvorschub 0,03 mm/Zahn
N50 X50                       ; Bahnbewegung, der wirksame Vorschub ist abhängig
                              von:
                              - Zahnvorschub FZ
                              - Drehzahl der Spindel 1
                              - Anzahl der Zähne des aktiven Werkzeugs T3
N60 G0 X60
...
N100 SETMS(2)                 ; Spindel 2 wird Masterspindel.
N110 T1 D1 M6                 ; Werkzeug 1 wird auf Spindel 2 gewechselt.
N120 S500 M3                  ; Drehzahl S500 der Spindel 2 (und damit T1).
N130 G95 G1 FZ0.03 X20        ; Bahnbewegung, der wirksame Vorschub ist abhängig
                              von:
                              - Zahnvorschub FZ
                              - Drehzahl der Spindel 2
                              - Anzahl der Zähne des aktiven Werkzeugs T1
```

Hinweis

Nach dem Wechsel der Masterspindel (`N100`) muss der Anwender auch eine Korrektur von dem Werkzeug anwählen, das von der Spindel 2 angetrieben wird.

Weitere Informationen

Wechsel zwischen G93, G94 und G95

FZ kann auch bei nicht aktivem G95 programmiert werden, hat jedoch keine Wirkung und wird mit der G95-Anwahl gelöscht, d. h. mit Wechsel zwischen G93, G94 und G95 wird analog zu F auch der der FZ-Wert gelöscht.

Erneute Anwahl von G95

Eine erneute Anwahl von G95 bei schon aktivem G95 hat keine Wirkung (falls hierbei kein Wechsel zwischen F und FZ programmiert ist).

Satzweise wirksamer Vorschub (FB)

Ein satzweise wirksamer Vorschub FB... wird bei aktivem G95 FZ... (modal) als Zahnvorschub interpretiert.

SAVE-Mechanismus

Bei Unterprogrammen mit dem SAVE-Attribut wird FZ analog zu F auf den Wert vor Unterprogrammstart geschrieben.

Mehrere Vorschubwerte in einem Satz

Die Funktion "Mehrere Vorschubwerte in einem Satz" ist bei Zahnvorschub nicht möglich.

Synchronaktionen

Die Vorgabe von FZ aus Synchronaktionen ist nicht möglich.

Zahnvorschubgeschwindigkeit und Bahnvorschub-Typ lesen

Die Zahnvorschubgeschwindigkeit und der Bahnvorschub-Typ können über Systemvariablen gelesen werden:

- Mit Vorlauf-Stop im Teileprogramm über die Systemvariablen:

$AC_FZ	Zahnvorschubgeschwindigkeit, die bei der Aufbereitung des aktuellen Hauptlaufsatzes wirksam war.
$AC_F_TYPE	Bahnvorschub-Typ, der bei der Aufbereitung des aktuellen Hauptlaufsatzes wirksam war.

Wert:	Bedeutung:
0	mm/min
1	mm/U
2	inch/min
3	inch/U
11	mm/Zahn
33	inch/Zahn

- Ohne Vorlauf-Stop im Teileprogramm über die Systemvariablen:

$P_FZ	Programmierte Zahnvorschubgeschwindigkeit	
$P_F_TYPE	Programmierter Bahnvorschub-Typ	
	Wert:	**Bedeutung:**
	0	mm/min
	1	mm/U
	2	inch/min
	3	inch/U
	11	mm/Zahn
	33	inch/Zahn

Hinweis

Ist G95 nicht aktiv, liefern die Variablen $P_FZ und $AC_FZ immer den Wert Null.

Geometrie-Einstellungen

8

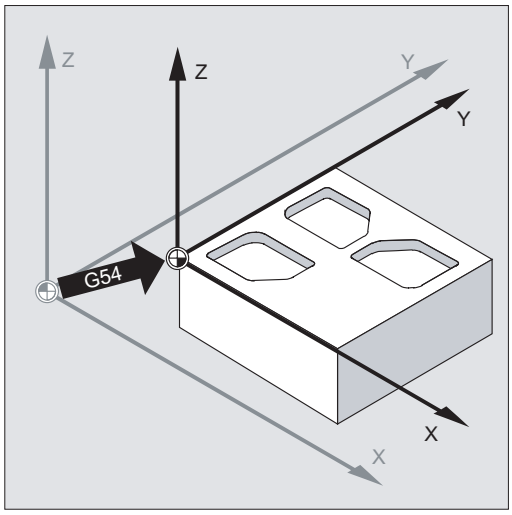
8.1 Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153)

Funktion

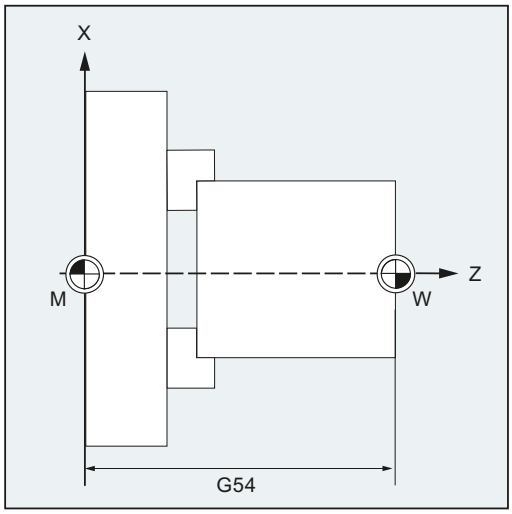
Über die einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 bis G57 und G505 bis G599) wird in allen Achsen der Werkstück-Nullpunkt bezogen auf den Nullpunkt des Basis-Koordinatensystems eingerichtet.

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: (Standardeinstellung; enthält keine Verschiebung, Drehung, Spiegelung oder Skalierung)	Ausschalten der einstellbaren NV bis zum nächsten Aufruf, Aktivierung des Gesamt-Basisframes ($P_ACTBFRAME).
	G500 ungleich 0:	Aktivierung der ersten einstellbaren Nullpunktverschiebung ($P_UIFR[0]) und Aktivierung des Gesamt-Basisframes ($P_ACTBFRAME) bzw. ein evtl. geänderter Basisframe wird aktiviert.
G53:	G53 unterdrückt satzweise einstellbare NV und programmierbare NV.	
G153:	G153 wirkt wie G53 und unterdrückt darüber hinaus den Gesamt-Basisframe.	
SUPA:	SUPA wirkt wie G153 und unterdrückt darüber hinaus: • Handradverschiebungen (DRF) • überlagerte Bewegungen • externe NV • PRESET-Verschiebung	

Literatur:
Zur programmierbaren Nullpunktverschiebung siehe Kapitel "Koordinatentransformationen (Frames) (Seite 319)".

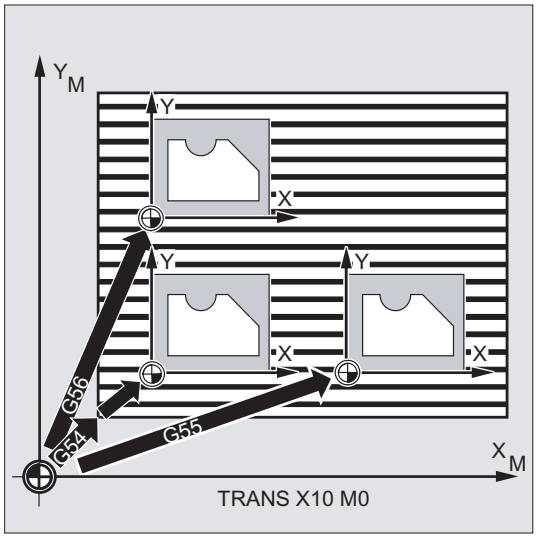
Hinweis

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

Hinweis

Bei SINUMERIK 828D erfolgt der Aufruf der 5./6. einstellbaren Nullpunktverschiebung nicht mit G505 bzw. G506, sondern mit G58 bzw. G59. Die Befehle G505 und G506 stehen daher für SINUMERIK 828D nicht zur Verfügung.

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

Siehe auch

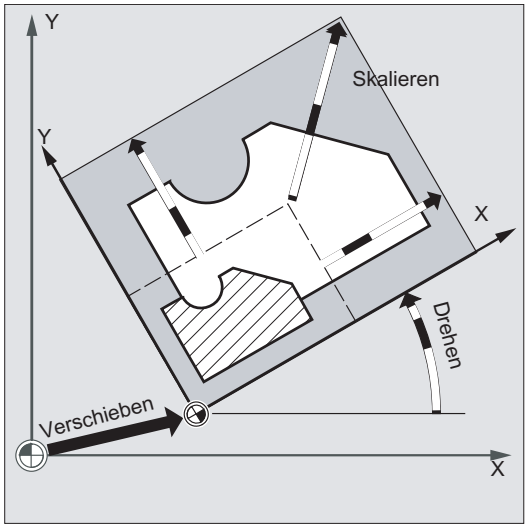
Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59) (Seite 330)

Weitere Informationen

Verschiebewerte einstellen

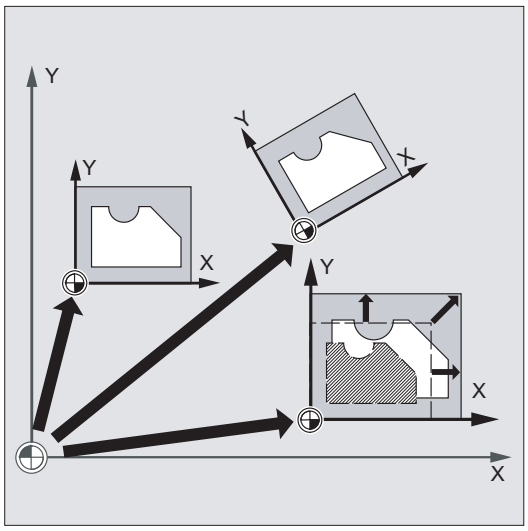
Über die Bedientafel oder über Universalschnittstelle geben Sie in die steuerungsinterne Nullpunktverschiebungstabelle folgende Werte ein:

- 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

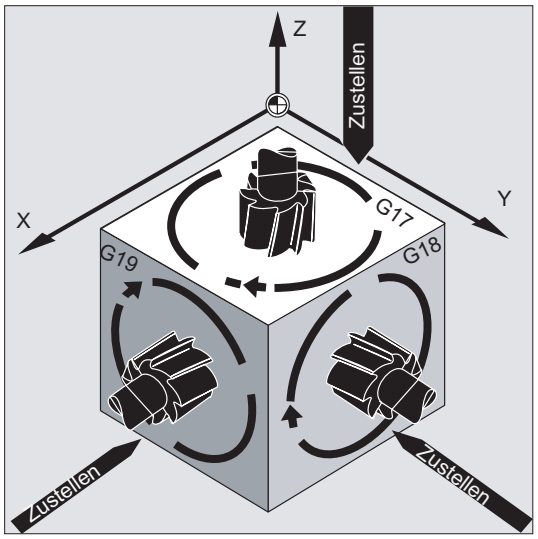
Für weitere einstellbare Nullpunktverschiebungen stehen die Befehlsnummern `G505` bis `G599` zur Verfügung. Damit können über die vier voreingestellten Nullpunktverschiebungen `G54` bis `G57` hinaus über Maschinendatum insgesamt 100 einstellbare Nullpunktverschiebungen im Nullpunktspeicher angelegt werden.

8.2 Wahl der Arbeitsebene (G17/G18/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 (Seite 257)") muss die Arbeitsebene angegeben werden, damit die Steuerung Werkzeuglänge und -radius korrigieren kann.

Beispiel

Die "klassische" Vorgehensweise beim Fräsen ist:

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

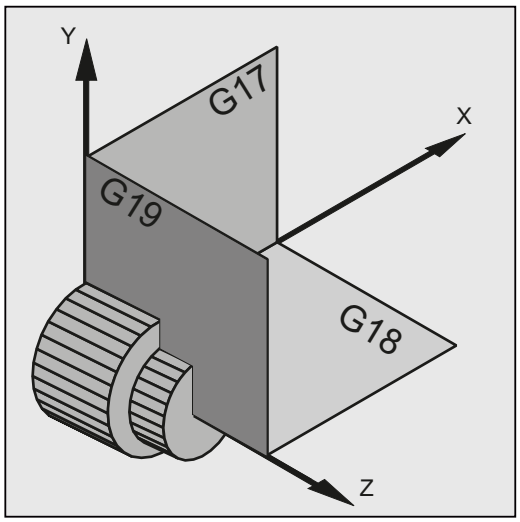
Programmcode	Kommentar
N10 G17 T5 D8	; Aufruf der Arbeitsebene X/Y, Werkzeugaufruf. Die Längenkorrektur erfolgt in Z-Richtung.
N20 G1 G41 X10 Y30 Z-5 F500	; Die Radiuskorrektur erfolgt in der X/Y-Ebene.
N30 G2 X22.5 Y40 I50 J40	; Kreisinterpolation/Werkzeugradius-korrektur in der X/Y-Ebene.

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).

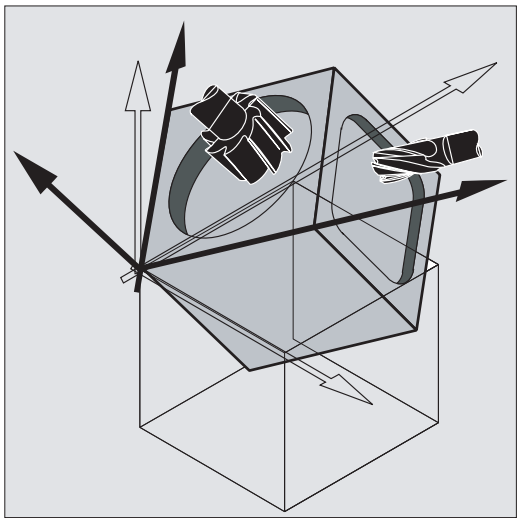
Bearbeitung in schräg liegenden Ebenen

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 "Werkzeuglängenkorrektur für orientierbare Werkzeuge" können die Werkzeuglängenkomponenten 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 "Werkzeugradiuskorrekturen (Seite 257)".

Für die räumliche Festlegung der Arbeitsebene bietet die Steuerung sehr komfortable Möglichkeiten für Koordinatentransformationen. Mehr Informationen hierzu siehe Kapitel "Koordinatentransformationen (Frames) (Seite 319)".

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

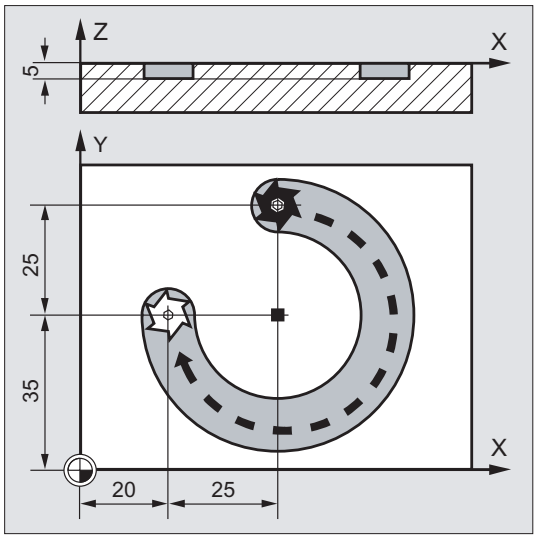
```
G90
<Achse>=AC(<Wert>)
```

Bedeutung

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

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen

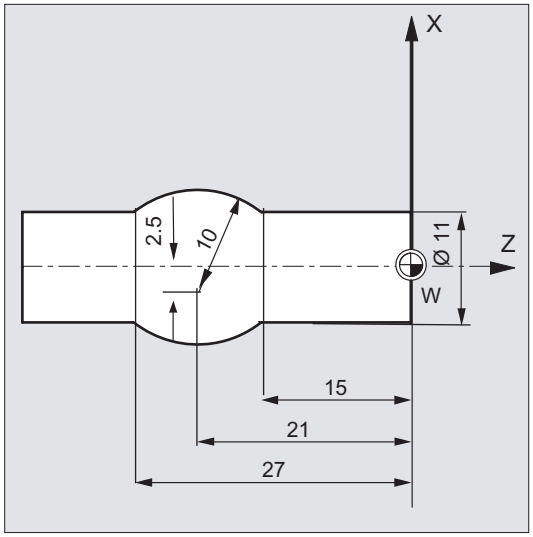


Programmcode	Kommentar
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf Position XYZ, Werkzeug-Anwahl, Spindel ein mit Drehrichtung rechts.
N20 G1 Z-5 F500	; Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs.
N30 G2 X20 Y35 I=AC(45) J=AC(35)	; Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn, Kreisendpunkt 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 162)

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 verfahrenden Achse
`<Wert>`:	Sollposition der zu verfahrenden 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:

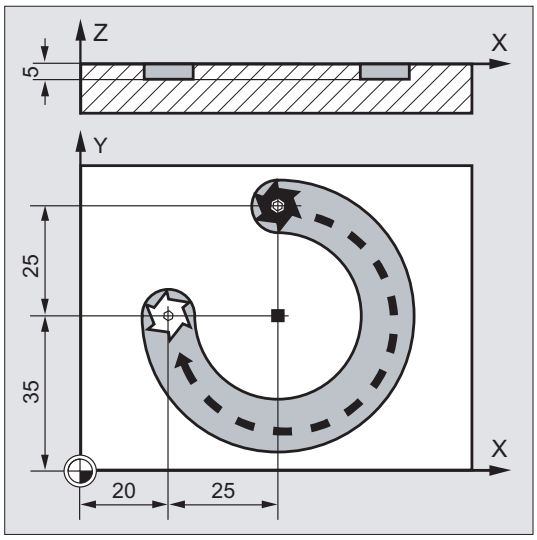
SD42440 $SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG (Nullpunktsverschiebungen in Frames)

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

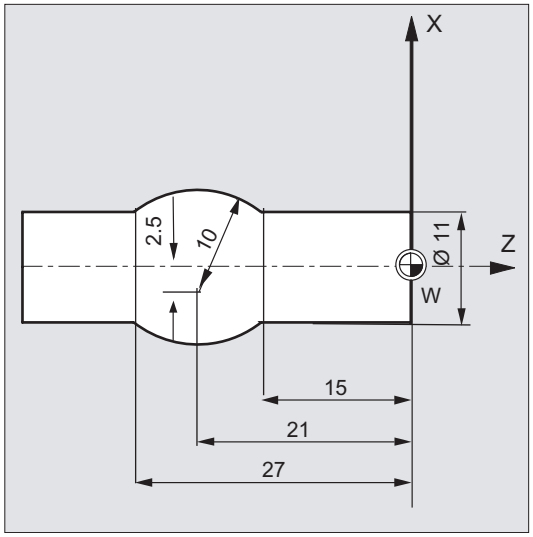


Programmcode	Kommentar
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf Position XYZ, Werkzeug-Anwahl, Spindel ein mit Drehrichtung rechts.
N20 G1 Z-5 F500	; Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs.
N30 G2 X20 Y35 I0 J-25	; Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn, Kreisendpunkt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

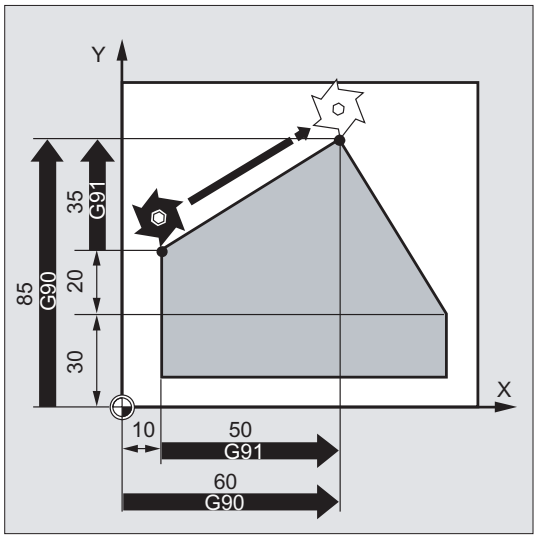
Siehe auch

Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91) (Seite 162)

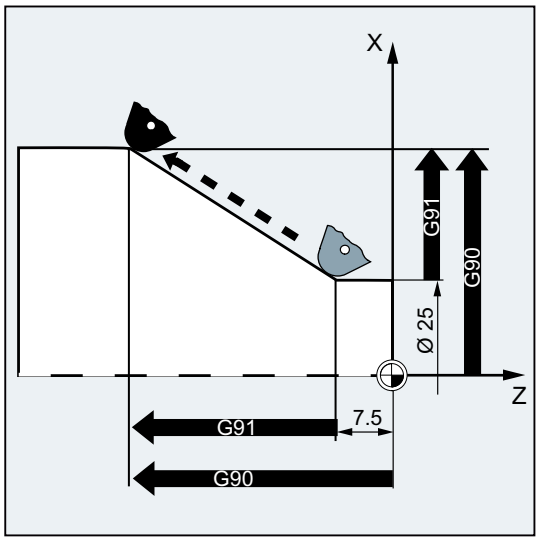
8.3.3 Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91)

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

Fräsen:



Drehen:



Hinweis

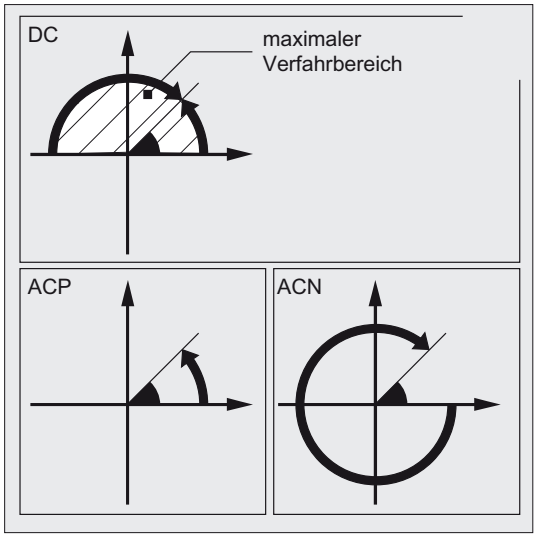
An konventionellen Drehmaschinen ist es üblich, inkrementelle Verfahrsätze in der Planachse als Radiuswerte zu betrachten, während Durchmesserangaben für die Bezugsmaße gelten. Diese Umstellung für `G90` erfolgt mit den Befehlen `DIAMON`, `DIAMOF` bzw. `DIAM90`.

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.

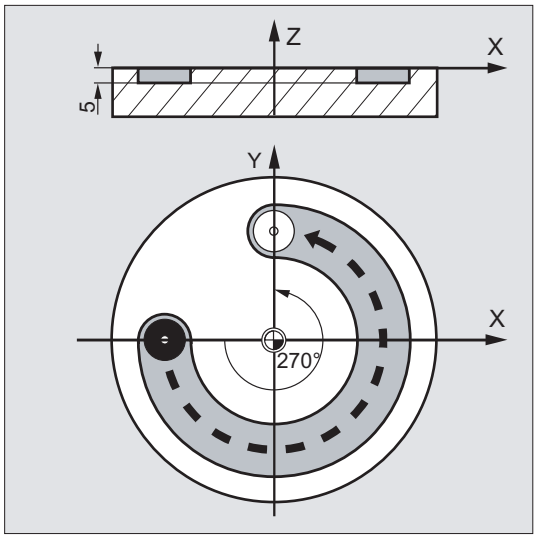
Hinweis

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 fräst 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

Mit den folgenden G-Funktionen können sie zwischen dem metrischen Maßsystem und dem Inch-Maßsystem umschalten.

Syntax

G70 / G71

G700 / G710

Bedeutung

G70: Einschalten des Inch-Maßsystems

Längenbehaftete geometrischen Daten werden im Inch-Maßsystem gelesen und geschrieben.

Längenbehaftete technologische Daten, wie z. B. Vorschübe, Werkzeugkorrekturen oder einstellbare Nullpunktverschiebungen sowie Maschinendaten und Systemvariablen, werden im parametrierten Grundsystem (MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) gelesen und geschrieben.

G71: Einschalten des metrischen Maßsystems

Längenbehaftete geometrischen Daten werden im metrischen Maßsystem gelesen und geschrieben.

Längenbehaftete technologische Daten, wie z. B. Vorschübe, Werkzeugkorrekturen oder einstellbare Nullpunktverschiebungen sowie Maschinendaten und Systemvariablen, werden im parametrierten Grundsystem (MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) gelesen und geschrieben.

G700: Einschalten des Inch-Maßsystems

Alle längenbehafteten geometrischen und technologische Daten (siehe oben) werden im Inch-Maßsystem gelesen und geschrieben.

G710: Einschalten des metrischen Maßsystems

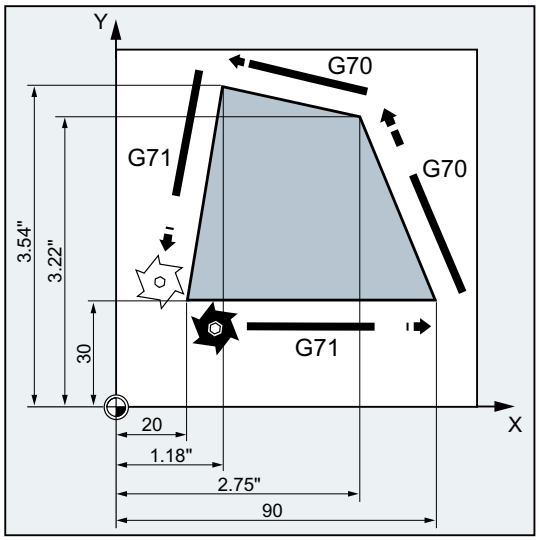
Alle längenbehafteten geometrischen und technologische Daten (siehe oben) werden im metrischen Maßsystem gelesen und geschrieben.

Beispiel

Wechsel zwischen Inch-Maßangabe und metrischer Maßangabe

Das parametrierte Grundsystem ist metrisch:

MD10240 $MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC = TRUE



Programmcode	Kommentar
N10 G0 G90 X20 Y30 Z2 S2000 M3 T1	; X=20 mm, Y=30 mm, Z=2 mm, F=Eilgang mm/min
N20 G1 Z-5 F500	; Z=-5 mm, F=500 mm/min
N30 X90	; X=90 mm
N40 G70 X2.75 Y3.22	; prog. Maßsystem: inch
	X=2.75 inch, Y=3.22 inch, F=500 mm/min
N50 X1.18 Y3.54	; X=1.18 inch, Y=3.54 inch, F=500 mm/min
N60 G71 X20 Y30	; prog. Maßsystem: metrisch
	X=20 mm, Y=30 mm, F=500 mm/min
N70 G0 Z2	; Z=2 mm, F=Eilgang mm/min
N80 M30	; Programmende

Weitere Informationen

G70/G71

Bei aktivem G70/G71 werden nur die folgenden geometrischen Daten im jeweiligen Maßsystem interpretiert:

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

Synchronaktionen

Wird in einer Synchronaktionen (Bedingungsteil und/oder Aktionsteil) kein explizites Maßsystem programmiert (G70/G71/G700/G710), wirkt in der Synchronaktion (Bedingungsteil und/oder Aktionsteil) das zum Ausführungszeitpunkt im Kanal aktive Maßsystem.

Hinweis

Lesen von Positionsdaten in Synchronaktionen

Ohne explizite Programmierung des Maßsystems in der Synchronaktion (Bedingungs- und/oder Aktionsteil bzw. Technologiefunktion) werden **längenbehaftete Positionsdaten** in der Synchronaktion immer im **parametrierten Grundsystem** gelesen.

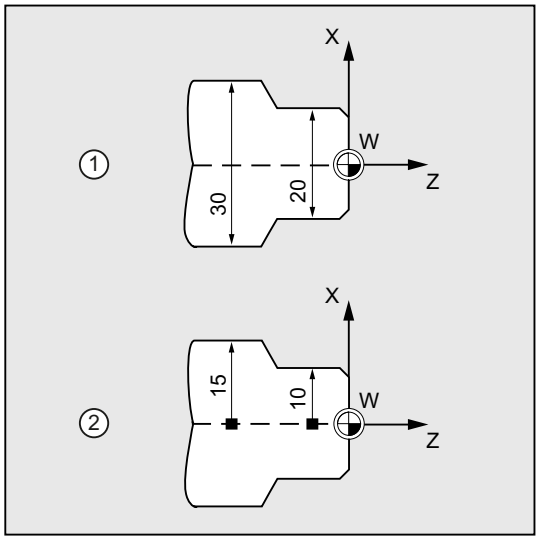
Literatur

- 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, DIAMCYCOF)

Funktion

Beim Drehen können die Maße **für die Planachse** im Durchmesser (①) oder im Radius (②) 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`, `DIAMOF` und `DIAMCYCOF` 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: Befehl zum Einschalten der **unabhängigen** kanalspezifischen Durchmesser-Programmierung

Die Wirkung von DIAMON ist unabhängig vom programmierten Maßangabe-Modus (Absolutmaßangabe G90 oder Kettenmaßangabe G91):

- bei G90: Maßangabe im Durchmesser
- bei G91: Maßangabe im Durchmesser

DIAM90: Befehl zum Einschalten der **abhängigen** kanalspezifischen Durchmesser-Programmierung

Die Wirkung von DIAM90 ist abhängig vom programmierten Maßangabe-Modus:

- bei G90: Maßangabe im Durchmesser
- bei G91: Maßangabe im Radius

DIAMOF: Befehl zum Ausschalten der kanalspezifischen Durchmesser-Programmierung

Mit dem Ausschalten der Durchmesser-Programmierung wird die kanalspezifische Radius-Programmierung wirksam. Die Wirkung von DIAMOF ist unabhängig vom programmierten Maßangabe-Modus:

- bei G90: Maßangabe im Radius
- bei G91: Maßangabe im Radius

DIAMCYCOF: Befehl zum Ausschalten der kanalspezifischen Durchmesser-Programmierung während der Zyklusbearbeitung

Im Zyklus können somit Berechnungen immer im Radius erfolgen. Für die Positionsanzeige und die Basis-Satzanzeige bleibt die zuletzt aktive G-Funktion dieser Gruppe aktiv.

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.

Programmcode	Kommentar
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]`

8.3.7 Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, 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>]
DIACYCOFA[<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: Befehl zum Einschalten der **unabhängigen** achsspezifischen Durchmesser-Programmierung

Die Wirkung von DIAMONA ist unabhängig vom programmierten Maßangabe-Modus (G90/G91 bzw. AC/IC):

- bei G90, AC: Maßangabe im Durchmesser
- bei G91, IC: Maßangabe im Durchmesser

DIAM90A: Befehl zum Einschalten der **abhängigen** achsspezifischen Durchmesser-Programmierung

Die Wirkung von DIAM90A ist abhängig vom programmierten Maßangabe-Modus:

- bei G90, AC: Maßangabe im Durchmesser
- bei G91, IC: Maßangabe im Radius

DIAMOFA: Befehl zum Ausschalten der achsspezifischen Durchmesser-Programmierung

Mit dem Ausschalten der Durchmesser-Programmierung wird die achsspezifische Radius-Programmierung wirksam. Die Wirkung von DIAMOFA ist unabhängig vom programmierten Maßangabe-Modus:

- bei G90, AC: Maßangabe im Radius
- bei G91, IC: Maßangabe im Radius

DIACYCOFA: Befehl zum Ausschalten der achsspezifischen Durchmesser-Programmierung während der Zyklusbearbeitung

Im Zyklus können somit Berechnungen immer im Radius erfolgen. Für die Positionsanzeige und die Basis-Satzanzeige bleibt die zuletzt aktive G-Funktion dieser Gruppe aktiv.

<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 RAC ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam:

Radius im Absolutmaß

RIC: Mit dem Befehl RIC 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.

Programmcode	Kommentar
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]`

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: `MOVT`
- Weiches An– und Abfahren:

  `G140` bis `G143`, `G147`, G148, `G247`, `G248`, `G347`, `G348`, `G340`, `G341`

8.4 Lage des Werkstücks beim Drehen

Achsbezeichnungen

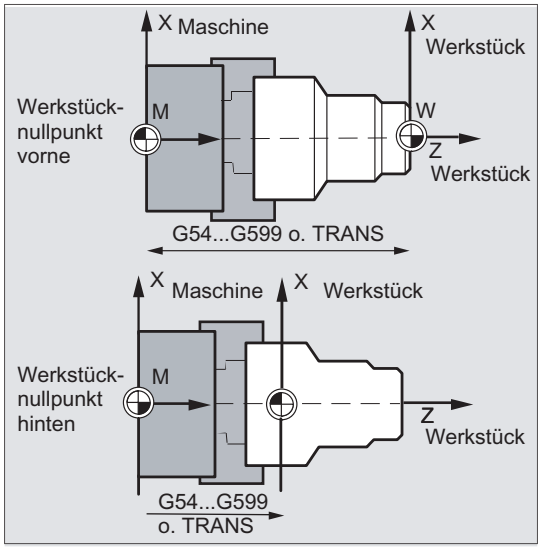
Die beiden aufeinander senkrecht stehenden Geometrieachsen werden üblicherweise bezeichnet als:

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.

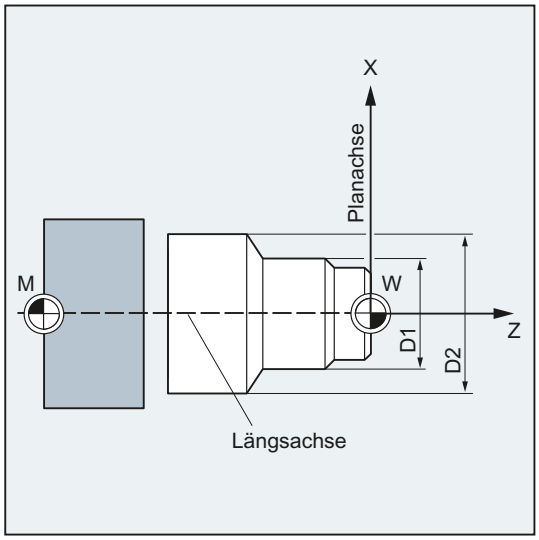
Sowohl Maschinen- als auch Werkstück-Nullpunkt liegen auf Drehmitte. Die einstellbare Verschiebung in der X-Achse ergibt sich damit zu Null.



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

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 9

9.1 Allgemeine Informationen zu den Wegbefehlen

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 verfahrenden Achsen (Bahnachsen, Synchronachsen, Positionierachsen).

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

Hinweis

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

ACHTUNG
Werkzeugeingriff undefiniert Vor Beginn eines Bearbeitungsablaufs muss das Werkzeug so vorpositionieren werden, dass eine Beschädigung von Werkzeug und Werkstück ausgeschlossen ist.

Nacheinander ausgeführt ergeben die Bewegungssätze die Werkstückkontur:

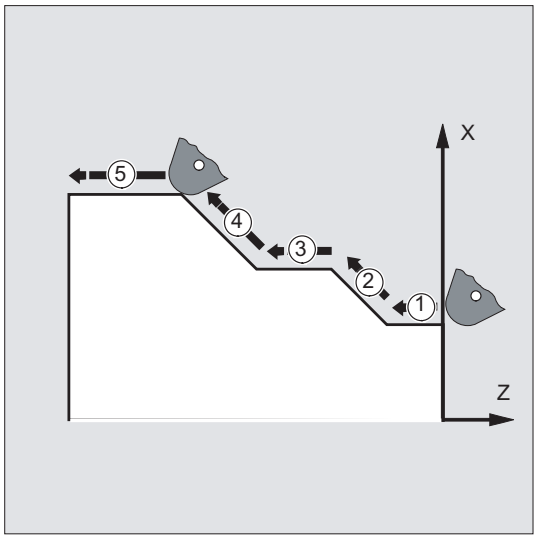


Bild 9-1 Bewegungssätze beim Drehen

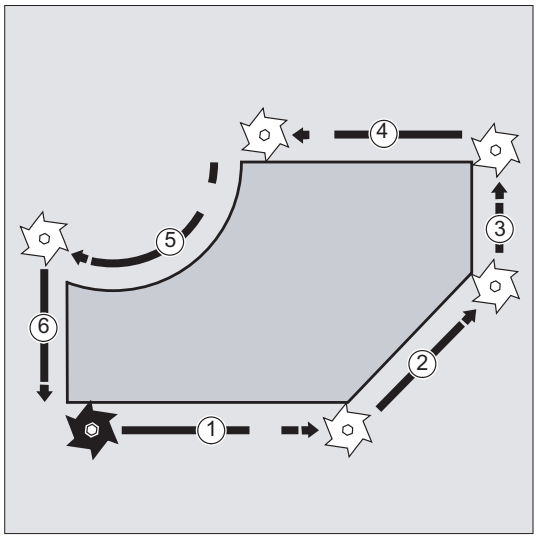


Bild 9-2 Bewegungssätze beim Fräsen

9.2 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... ...
```

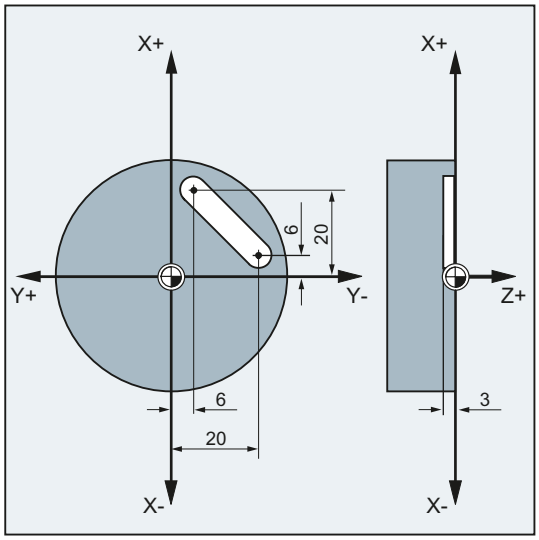
Bedeutung

`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 (G2/G3, ...) (Seite 192)").

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

9.3 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten

9.3.1 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/G111/G112 X… Y… Z…
G110/G111/G112 AP=… RP=…
```

Bedeutung

`G110 ...`: Mit dem Befehl `G110` beziehen sich die nachfolgenden Polkoordinaten **auf die zuletzt angefahrene 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 waagrechten Achse der Arbeitsebene (z. B. X-Achse bei `G17`). Die positive Drehrichtung läuft im Gegenuhrzeigersinn.

  Wertebereich: ± 0…360°

- `RP=…`: Polarradius

  Die Angabe erfolgt **immer in absoluten positiven Werten** in [mm] oder [inch].

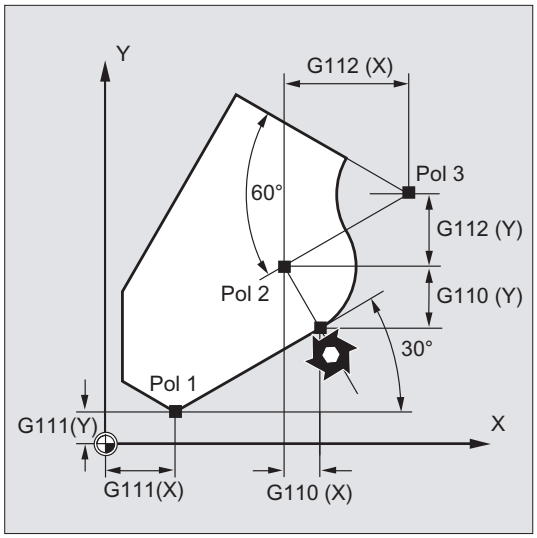
Hinweis

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.

Hinweis

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

Beispiel



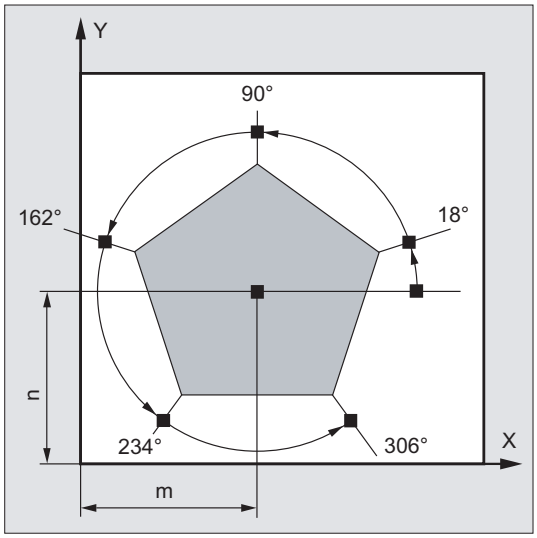
Die Pole 1 bis 3 werden wie folgt definiert:

- Pol 1 mit `G111 X… Y…`
- Pol 2 mit `G110 X… Y…`
- Pol 3 mit `G112 X… Y…`

9.3.2 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/G1/G2/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`: Polarwinkel

Winkel zwischen dem Polarradius und der waagrechten Achse der Arbeitsebene (z. B. X-Achse bei `G17`). Die positive Drehrichtung läuft im Gegenuhrzeigersinn.

Wertebereich: ± 0…360°

Die Winkelangabe kann sowohl absolut als auch inkrementell erfolgen:

`AP=AC(...)`: Absolutmaßeingabe

`AP=IC(...)`: Kettenmaßeingabe

Bei Kettenmaßeingabe gilt der zuletzt programmierte Winkel als Bezug.

Der Polarwinkel bleibt solange gespeichert, bis ein neuer Pol definiert oder die Arbeitsebene gewechselt wird.

`RP`: Polarradius

Die Angabe erfolgt **immer in absoluten positiven Werten** in [mm] oder [inch].

Der Polarradius bleibt bis zur Eingabe eines neuen Werts gespeichert.

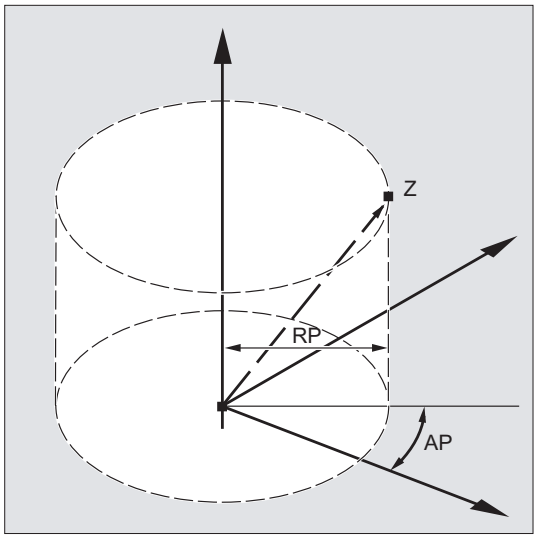
Hinweis

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

Hinweis

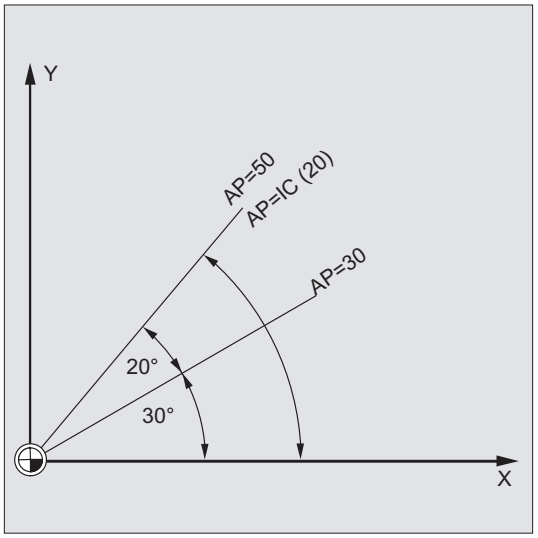
Die senkrecht zur Arbeitsebene stehende 3. Geometrieachse kann zusätzlich als kartesische Koordinate angegeben werden (siehe folgendes Bild). Damit sind räumliche Angaben in Zylinderkoordinaten programmierbar.

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.

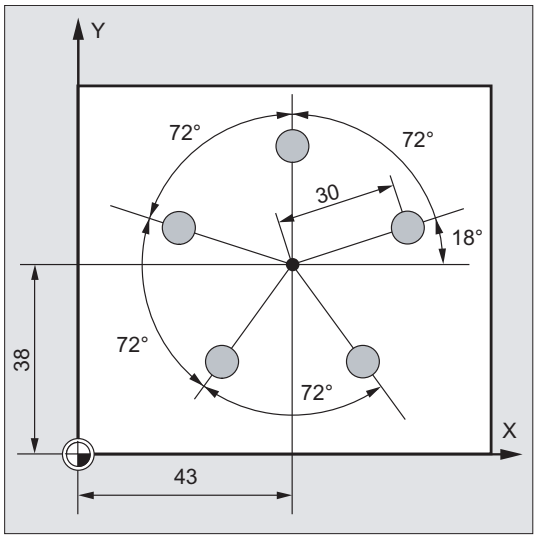
  Das gilt unabhängig von einer gewählten Poldefinition (`G110` ... `G112`). Sind beide Punkte identisch programmiert, so wird dieser Radius = 0 und der Alarm 14095 generiert.

- 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 Z5	; 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 angeben 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.

Siehe auch

Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...) (Seite 192)

9.4 Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF)

Funktion

Eilgangbewegungen werden eingesetzt:

- zum schnellen Positionieren des Werkzeugs
- zum Umfahren des Werkstücks
- zum Anfahren von Werkzeugwechselpunkten
- zum Freifahren des Werkzeugs

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

Hinweis

Die Funktion eignet sich nicht zur Werkstückbearbeitung!

Syntax

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

Bedeutung

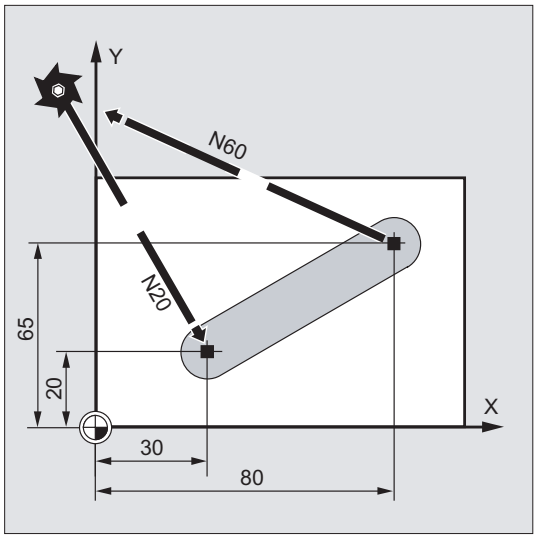
`G0`:	Befehl zum Einschalten der Eilgangbewegung Wirksamkeit: modal
`X... Y... Z...`:	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
`AP=...`:	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarwinkel
`RP=...`:	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarradius
`RTLIOF`:	Nicht-Lineare Interpolation (jede Bahnachse interpoliert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

Hinweis

`G0` ist nicht durch G ersetzbar.

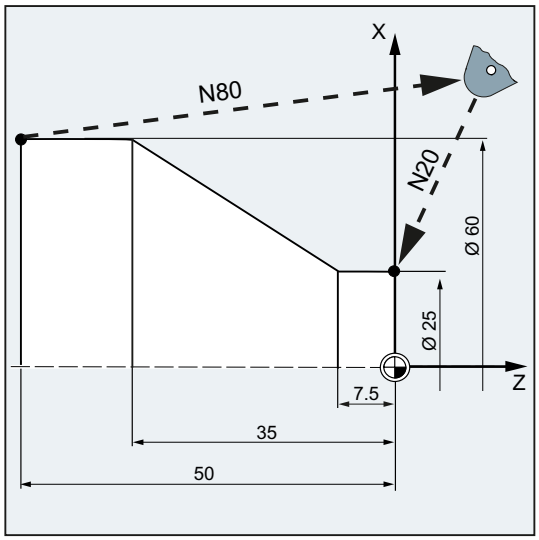
Beispiele

Beispiel 1: Fräsen



Programmcode	Kommentar
N10 G90 S400 M3	; Absolutmaßeingabe, Spindel rechts
N20 G0 X30 Y20 Z2	; Anfahren der Startposition
N30 G1 Z-5 F1000	; 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

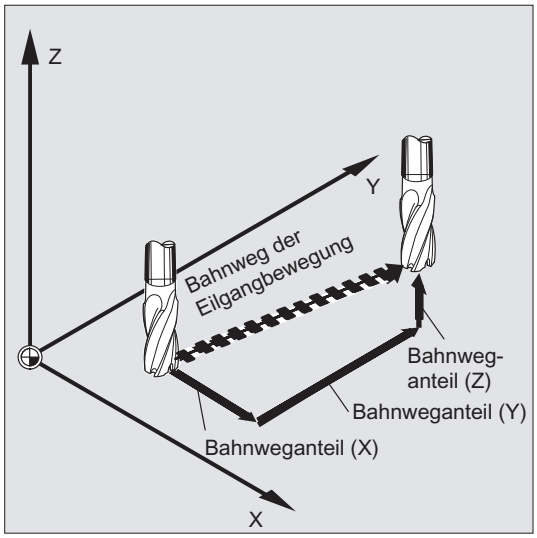


Programmcode	Kommentar
N10 G90 S400 M3	; Absolutmaßeingabe, Spindel rechts
N20 G0 X25 Z5	; Anfahren der Startposition
N30 G1 G94 Z0 F1000	; Zustellen des Werkzeugs
N40 G95 Z-7.5 F0.2	
N50 X60 Z-35	; Fahren auf einer Geraden
N60 Z-50	
N70 G0 X62	
N80 G0 X80 Z20 M30	; Werkzeug Freifahren, Programmende

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 Modearten 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
Kollisionsgefahr
Da bei der Nicht-Linearen Interpolation eine andere Kontur gefahren werden kann, werden Synchronaktionen, die sich auf Koordinaten der ursprünglichen Bahn beziehen ggf. 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/G41/G42).
- 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.

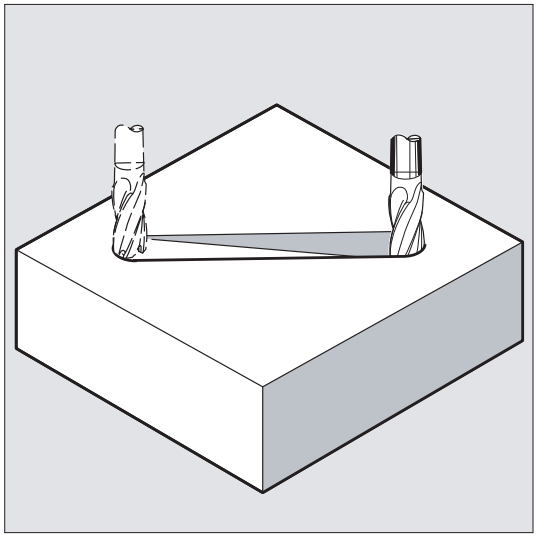
Mehr Informationen hierzu siehe "Vorschubregelung und Spindelbewegung".

9.5 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 (Linearinterpolalation 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

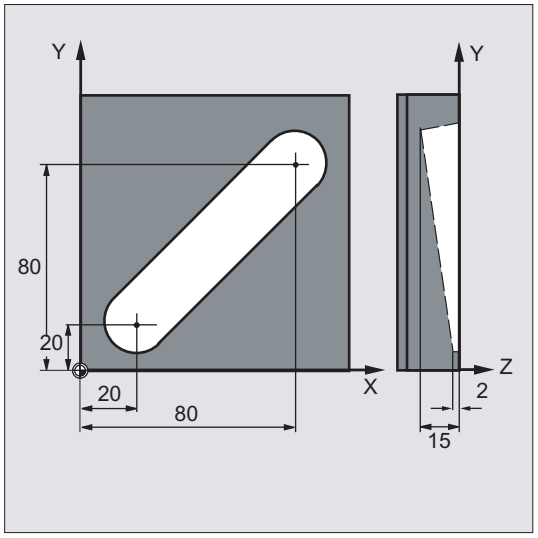
G1 ist modal wirksam.

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".

Beispiele

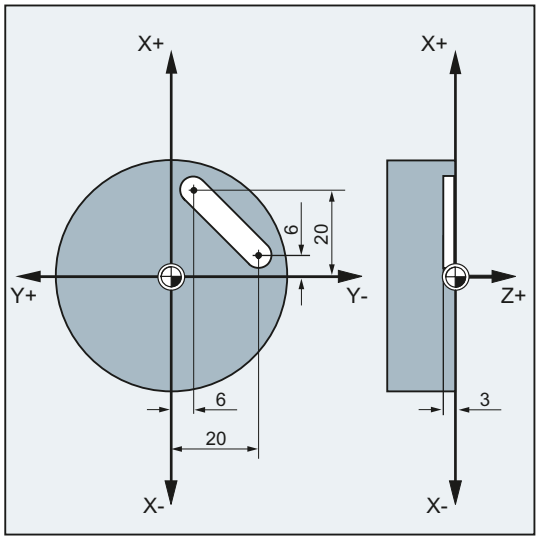
Beispiel 1: Herstellung einer Nut (Fräsen)



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 2: Herstellung einer Nut (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

9.6 Kreisinterpolation

9.6.1 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

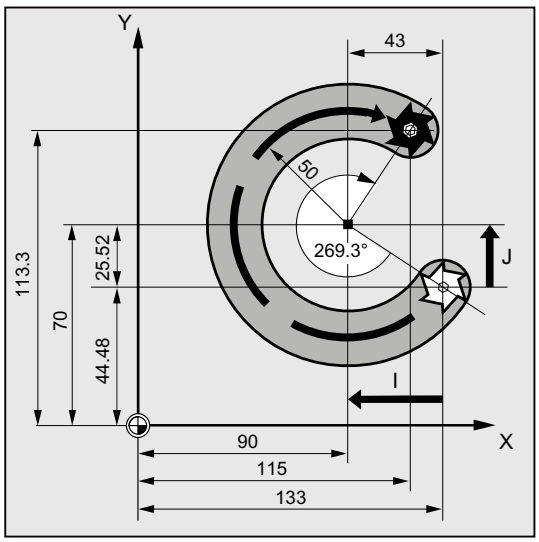
`G2/G3 X… Y… Z…`	
`I=AC(…) J=AC(…) K=AC(…) ;`	Mittelpunkt und Endpunkt absolut bezogen auf den Werkstücknullpunkt
`G2/G3 X… Y… Z… I… J… K… ;`	Mittelpunkt im Kettenmaß bezogen auf den Kreisanfangspunkt
`G2/G3 X… Y… Z… CR=… ;`	Kreisradius CR=..., Endpunkt in kartesischen Koordinaten X..., Y..., Z...
`G2/G3 X… Y… Z… AR=… ;`	Öffnungswinkel AR=..., Endpunkt in kartesischen Koordinaten X..., Y..., Z...
`G2/G3 I… J… K… AR=… ;`	Öffnungswinkel AR=..., Mittelpunkt unter den Adressen I..., J..., K...
`G2/G3 AP=… RP=… ;`	Polarkoordinaten: Polarwinkel AP=..., Polarradius RP=...
`CIP X… Y… Z… I1=AC(…) J1=AC(…) K1=AC(…) ;`	Zwischenpunkt unter den Adressen I1=, J1=, K1=
`CT X… Y… Z… ;`	Kreis durch Start- und Endpunkt und die Tangentenrichtung 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

Beispiele

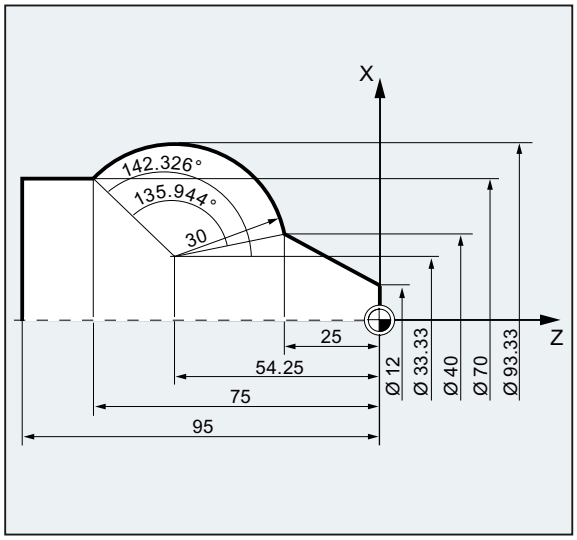
Beispiel 1: Fräsen



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 CIP X115 Y113.3 Z-10 I1=IC(-...) J1=IC(...) K1=IC(-...)	; Kreisendpunkt und Zwischenpunkt: Koordinaten für alle 3 Geometrieachsen
N40 M30	; Programmende

Beispiel 2: Drehen

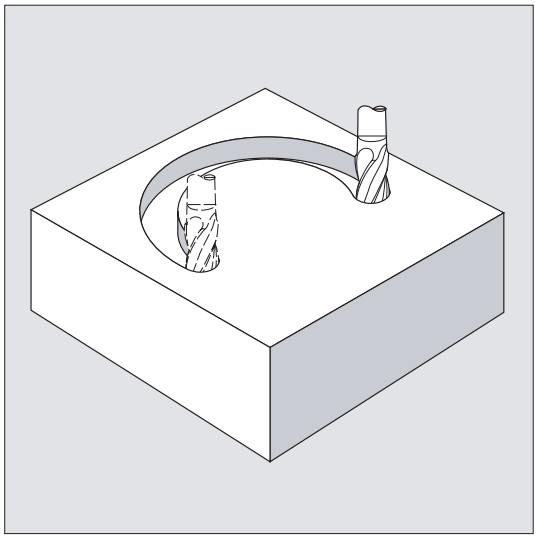


Programmcode	Kommentar
N.. ...	
N120 G0 X12 Z0	
N125 G1 X40 Z-25 F0.2	
N130 G3 X70 Y-75 I-3.335 K-29.25	; Kreisendpunkt, Mittelpunkt im Kettenmaß
N130 G3 X70 Y-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)	; Kreisendpunkt, Mittelpunkt im Absolutmaß
N130 G3 X70 Z-75 CR=30	; Kreisendpunkt, Kreisradius
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944	; 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

9.6.2 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.

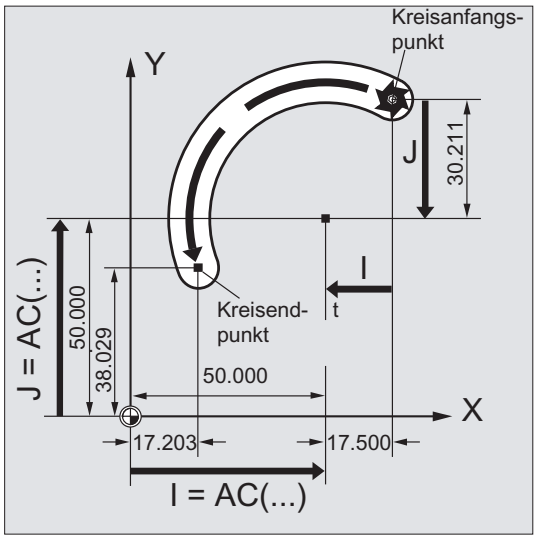
Die Voreinstellungen G90/G91 Absolut- oder Kettenmaß sind nur für den Kreisendpunkt gültig.

Die Mittelpunktkoordinaten I, J, K werden standardmäßig im Kettenmaß bezogen auf den Kreisanfangspunkt 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

Beispiel 1: Fräsen



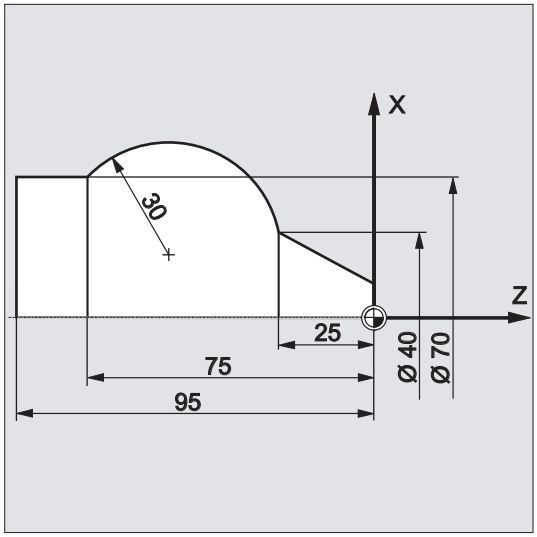
Mittelpunktangabe im Kettenmaß

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I-17.5 J-30.211 F500
```

Mittelpunktangabe im Absolutmaß

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I=AC(50) J=AC(50)
```

Beispiel 2: Drehen



Mittelpunktangabe im Kettenmaß

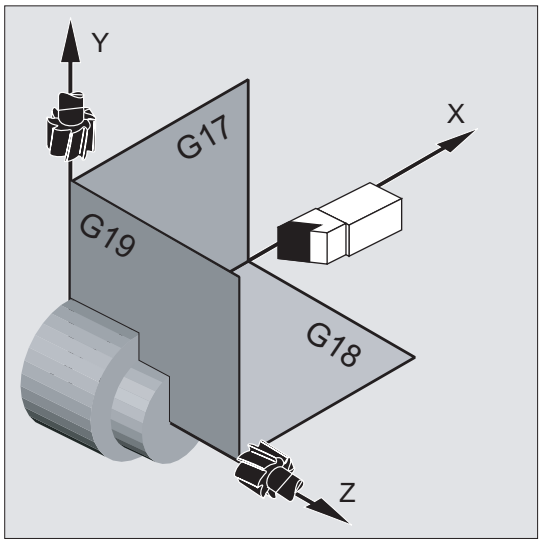
```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I-3.335 K-29.25
N135 G1 Z-95
```

Mittelpunktangabe im Absolutmaß

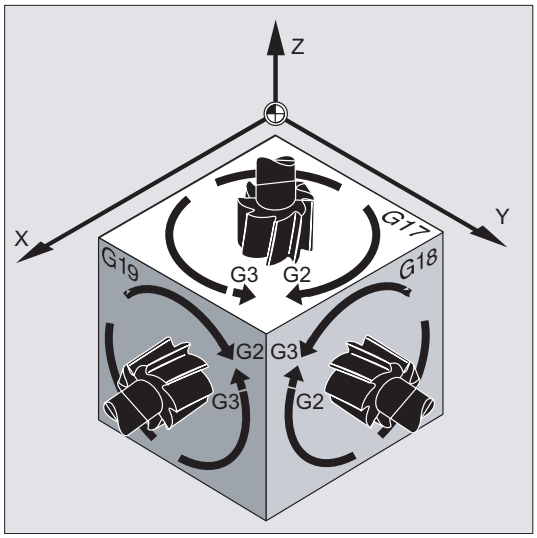
```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)
N135 G1 Z-95
```

Weitere informationen

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 FGROUP kann festgelegt werden, welche Achsen mit programmiertem Vorschub verfahren sollen. Mehr Informationen siehe Kapitel Bahnverhalten.

9.6.3 Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., 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=...
```

Bedeutung

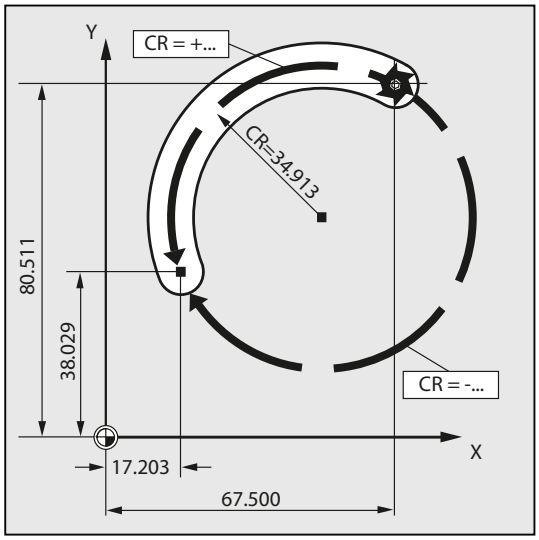
`G2`:	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
`G3`:	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
`X... Y... Z...`:	Endpunkt in kartesischen Koordinaten. Diese Angaben sind abhängig von den Wegbefehlen G90/G91 bzw. ...=AC(...)/...=IC(..)
`CR=...`:	Kreisradius Dabei bedeuten: CR=+…: Winkel kleiner oder gleich 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.

Beispiele

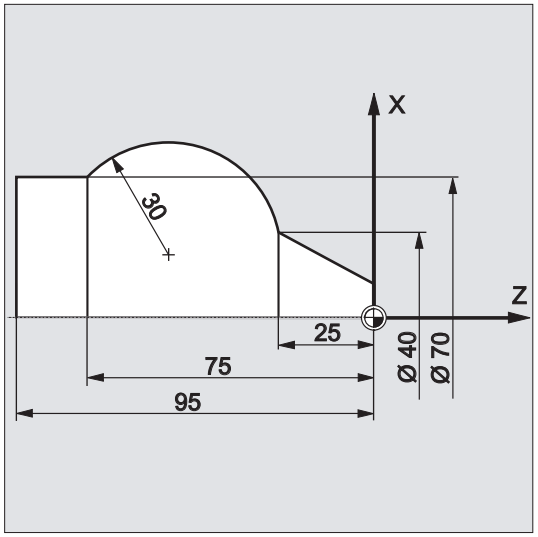
Beispiel 1: Fräsen



Programmcode

```
N10 G0 X67.5 Y80.511
N20 G3 X17.203 Y38.029 CR=34.913 F500
...
```

Beispiel 2: Drehen



Programmcode

```
...
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 CR=30
N135 G1 Z-95
...
```

9.6.4 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)

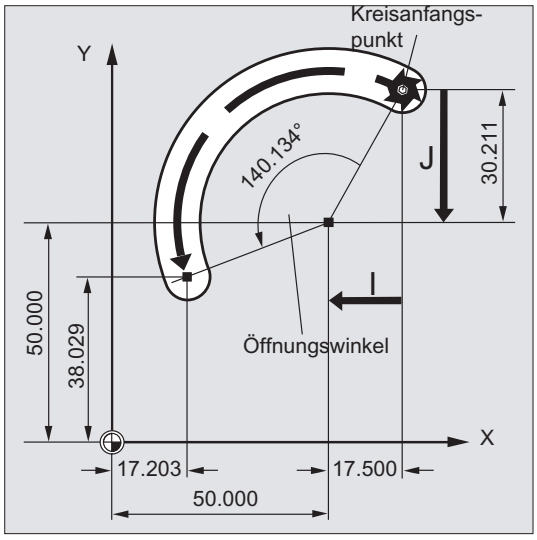
Hinweis

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 Kreisanfangspunkt 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

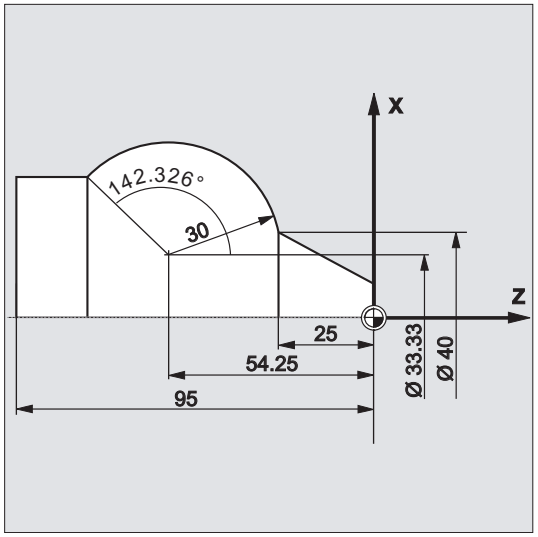
Beispiel 1: Fräsen



Programmcode

```
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 2: Drehen



Programmcode

```
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
```

9.6.5 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

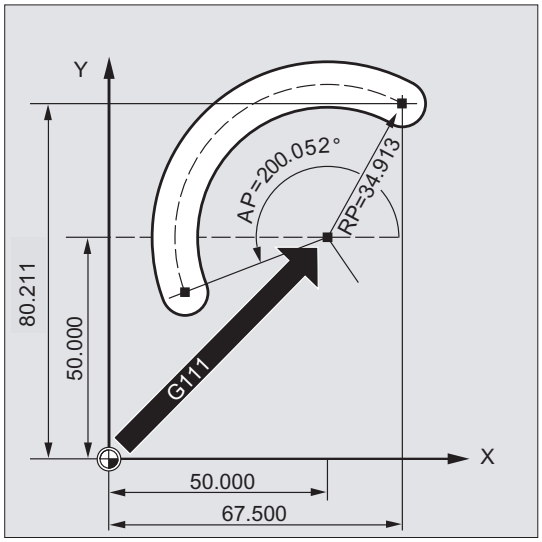
```
G2/G3 AP= RP=
```

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

Beispiele

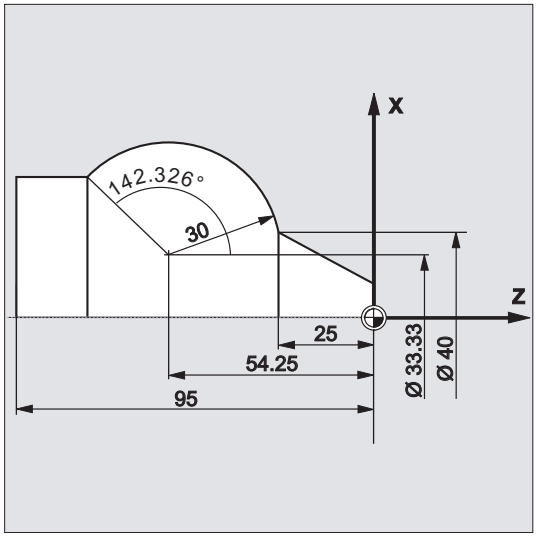
Beispiel 1: Fräsen



Programmcode

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G111 X50 Y50
N30 G3 RP=34.913 AP=200.052 F500
```

Beispiel 2: Drehen



Programmcode

```
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
```

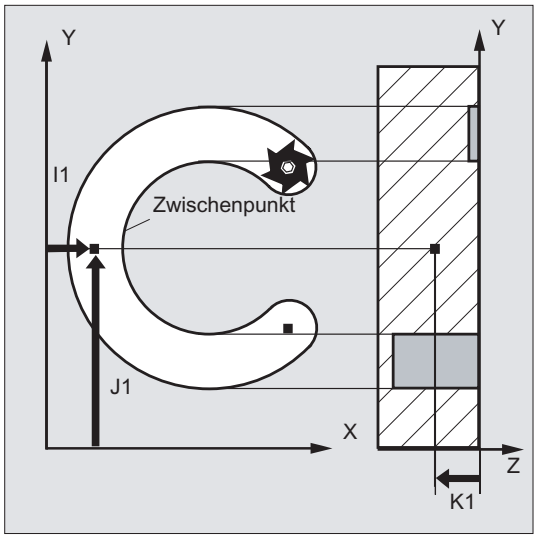
9.6.6 Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...)

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=`:	Zwischenpunkt in kartesischen Koordinaten (in Richtung X, Y, Z) Dabei bedeuten: `I1`: Koordinate des Zwischenpunkts in X-Richtung `J1`: Koordinate des Zwischenpunkts in Y-Richtung `K1`: Koordinate des Zwischenpunkts in Z-Richtung
`=AC(…)`:	Absolutmaßangabe (satzweise wirksam)
`=IC(…)`:	Kettenmaßangabe (satzweise wirksam)

Hinweis

`CIP` ist modal wirksam.

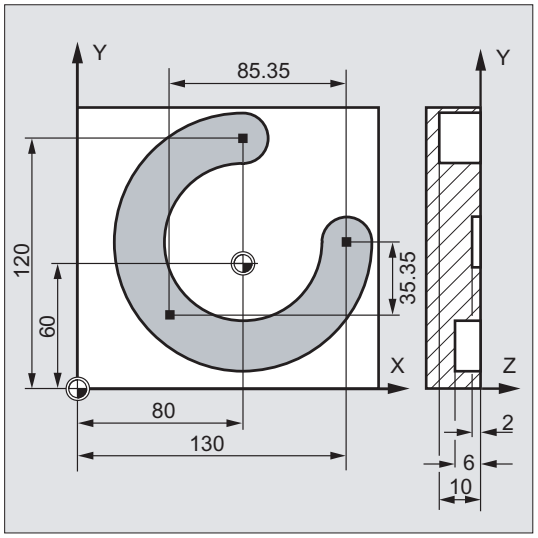
Eingabe im Absolut- und Kettenmaß

Die Voreinstellungen G90/G91 Absolut- oder Kettenmaß sind für Zwischen- und Kreisendpunkt gültig.

Bei G91 gilt für Zwischen- und Endpunkt der Kreisanfangspunkt als Bezug.

Beispiele

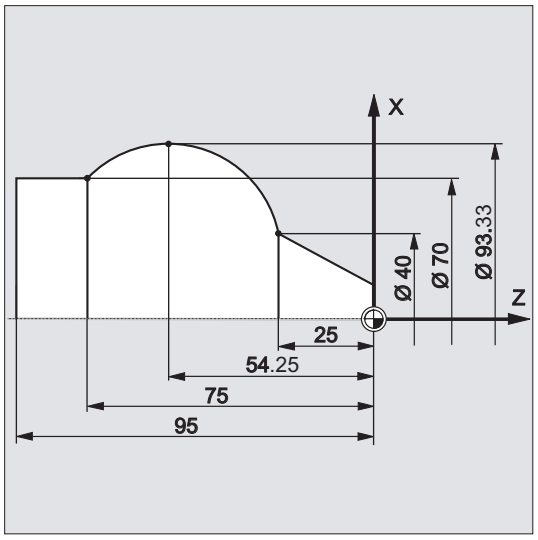
Beispiel 1: Fräsen



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) K1=-6	; Koordinaten für alle 3 Geometrieachsen.
N40 M30	; Programmende.

Beispiel 2: Drehen



```
Programmcode
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
```

9.6.7 Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT, X... Y... Z...)

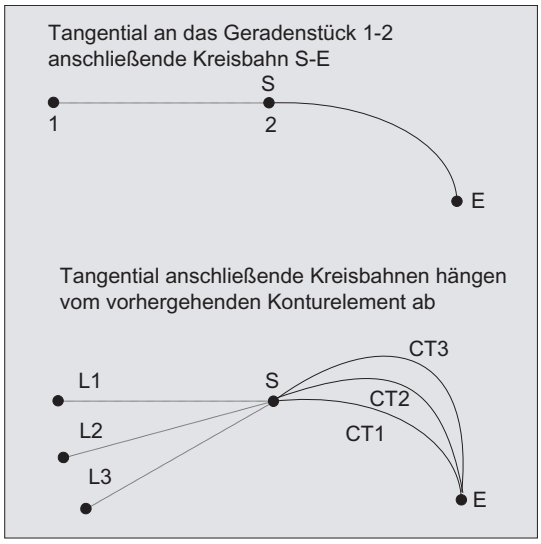
Funktion

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

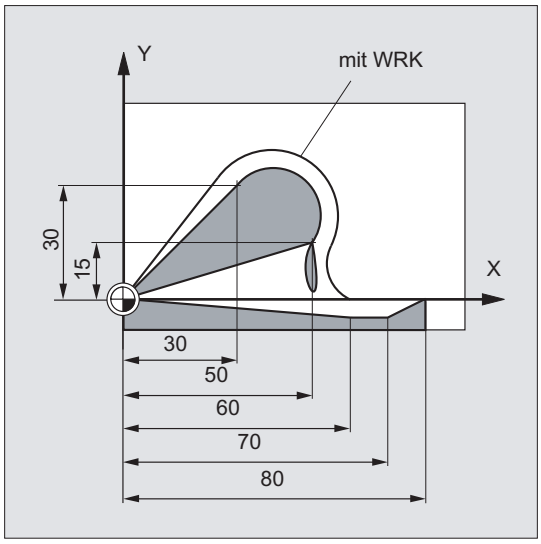
Hinweis

CT ist modal wirksam.

In der Regel ist durch die Tangentenrichtung sowie Start- und Endpunkt der Kreis eindeutig bestimmt.

Beispiele

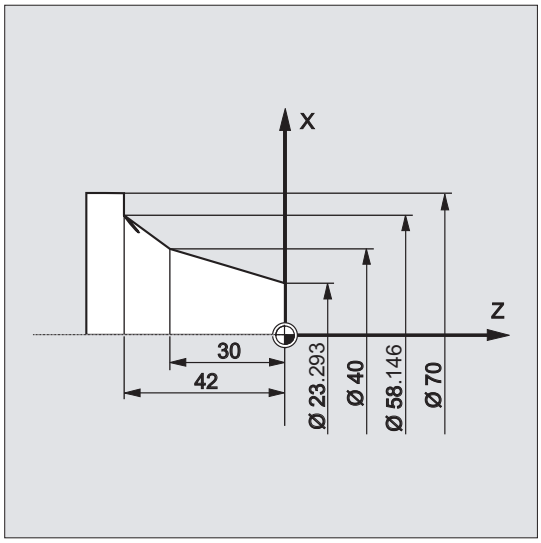
Beispiel 1: Fräsen



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 2: 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	

Weitere Informationen

Splines

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.

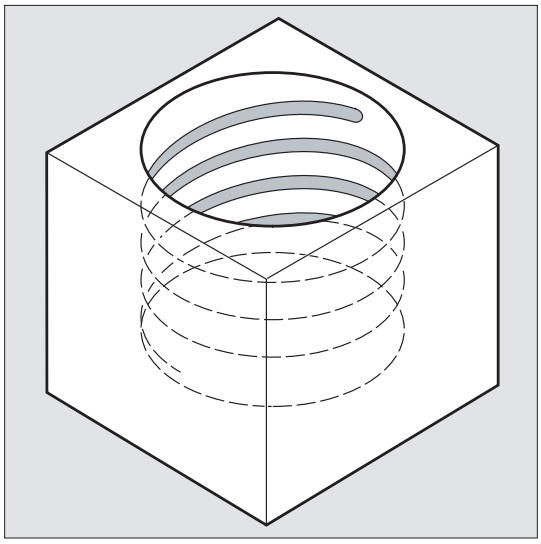
Liegt die Tangente des Vorgängersatzes nicht in der aktiven Ebene, so wird deren Projektion in die aktive Ebene verwendet.

Haben Start- und Endpunkt nicht die gleiche Positionskomponente senkrecht zur aktiven Ebene, wird statt eines Kreises eine Helix erzeugt.

9.7 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

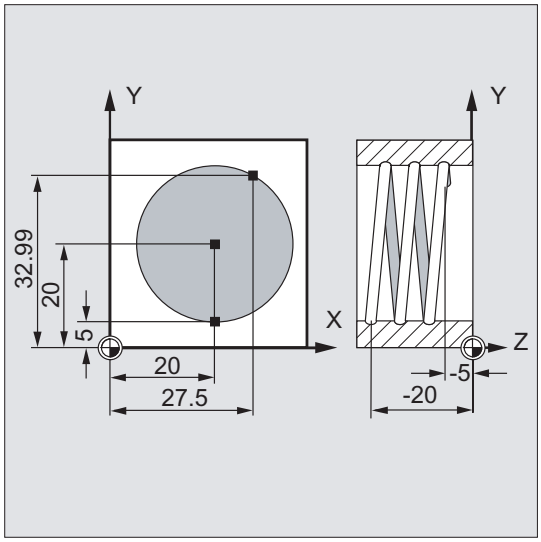
G2:	Fahren auf einer Kreisbahn im Uhrzeigersinn
G3:	Fahren auf einer Kreisbahn gegen den Uhrzeigersinn
X Y Z :	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I J K :	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten
AR:	Öffnungswinkel
TURN= :	Anzahl der zusätzlichen Kreisdurchläufe im Bereich von 0 bis 999
AP= :	Polarwinkel
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



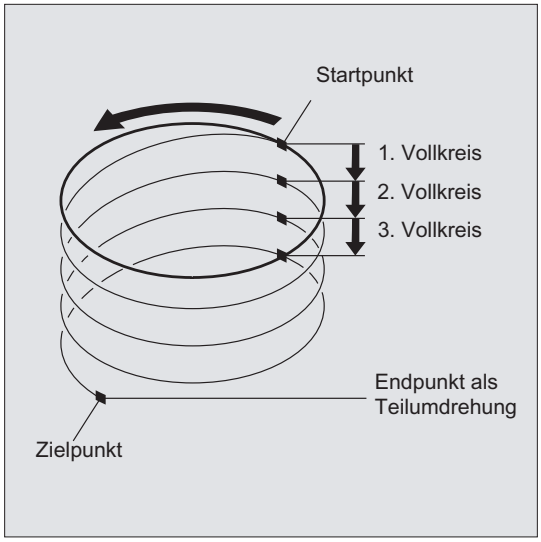
Programmcode	Kommentar
N10 G17 G0 X27.5 Y32.99 Z3	; Anfahren der Startposition.
N20 G1 Z-5 F50	; Zustellen des Werkzeugs.
N30 G3 X20 Y5 Z-20 I=AC(20) J=AC(20) TURN=2	; Schraubenlinie mit den Angaben: Ab Startposition 2 Vollkreise ausführen, dann Endpunkt anfahren.
N40 M30	; Programmende.

Weitere Informationen

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

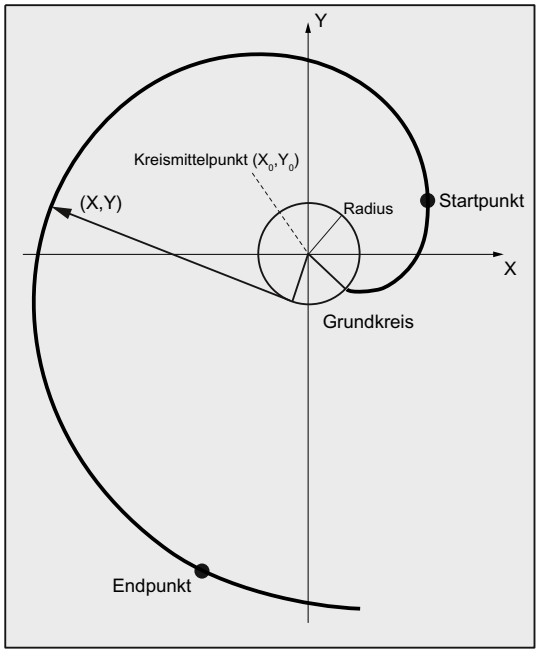
Bei der Schraubenlinieninterpolation empfiehlt sich die Angabe einer programmierten Vorschubkorrektur (CFC). Mit FGROUP kann festgelegt werden, welche Achsen mit programmiertem Vorschub verfahren sollen. Mehr Informationen siehe Kapitel Bahnverhalten.

9.8 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=...
```

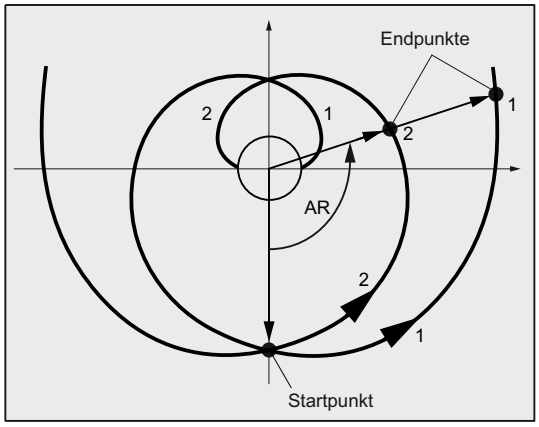
Bedeutung

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.

Indirekte Programmierung des Endpunkts durch Angabe eines Öffnungswinkels

ACHTUNG
Öffnungswinkel undefiniert 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:

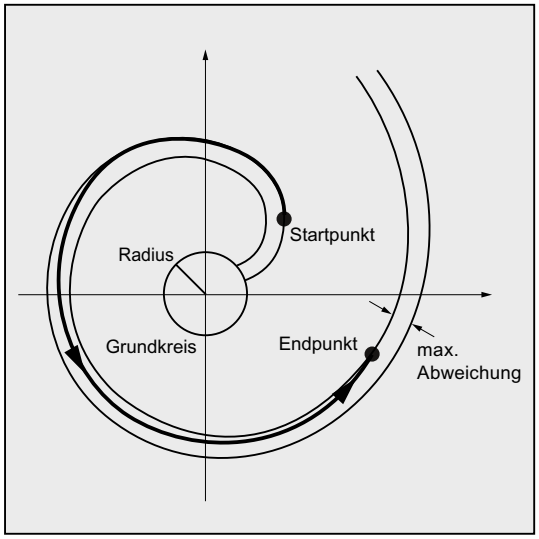


Für Evolvente 1 und 2 stimmen die Angaben von Radius und Mittelpunkt des Grundkreises, sowie des Startpunkts und des Drehsinns (`INVCW` / `INVCCW`) überein. Der einzige Unterschied besteht im Vorzeichen des Öffnungswinkels:

- 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

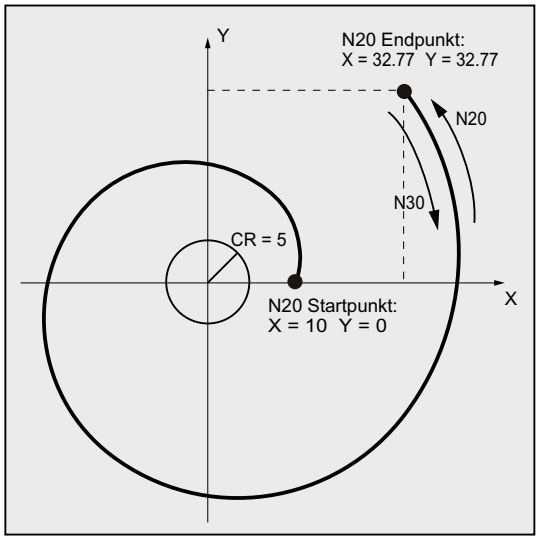
- Sowohl der Startpunkt als auch der Endpunkt müssen außerhalb der Fläche des Grundkreises der Evolvente (Kreis mit Radius CR um den durch I, J, K festgelegten Mittelpunkt) liegen. Trifft diese Bedingung nicht zu, wird ein Alarm generiert und die Programmverarbeitung abgebrochen.
- Die beiden Möglichkeiten 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.

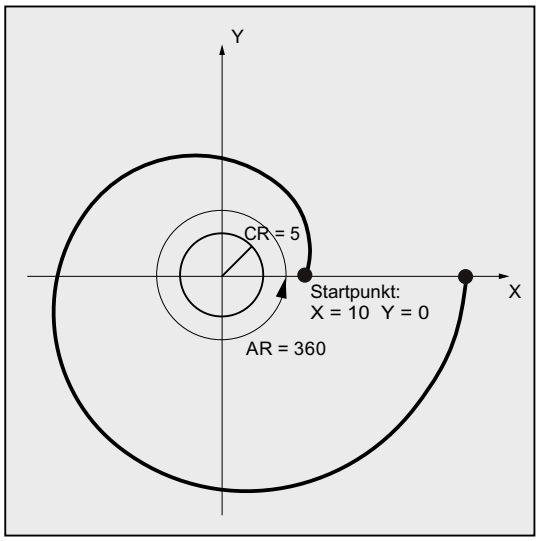
Beispiele

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"

9.9 Konturzüge

9.9.1 Konturzug-Programmierung

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 (ANG bzw. ANG1 und ANG2).

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.

9.9.2 Konturzüge: Eine Gerade

Hinweis

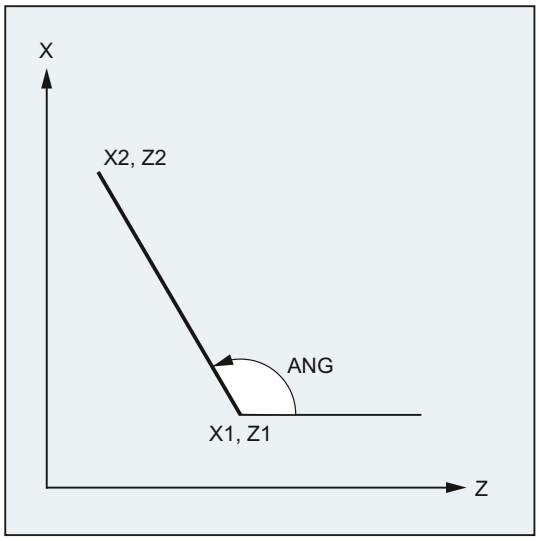
In der folgenden Beschreibung wird von davon ausgegangen, dass:

- 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 Geraden wird definiert durch folgende Angaben:

- Winkel ANG
- **Eine** kartesische Endpunkt-Koordinate (X2 oder Z2)



ANG: Winkel der Geraden
X1, Z1: Anfangskoordinaten
X2, Z2: Endpunktkoordinaten 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 ...`	

9.9.3 Konturzüge: Zwei Geraden

Hinweis

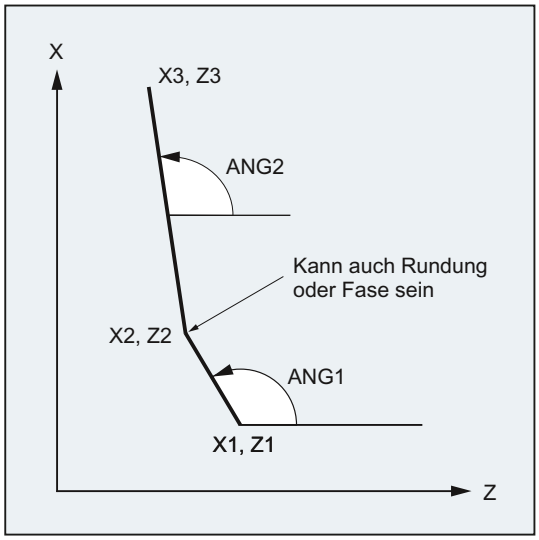
In der folgenden Beschreibung wird von davon ausgegangen, dass:

- 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 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...
```

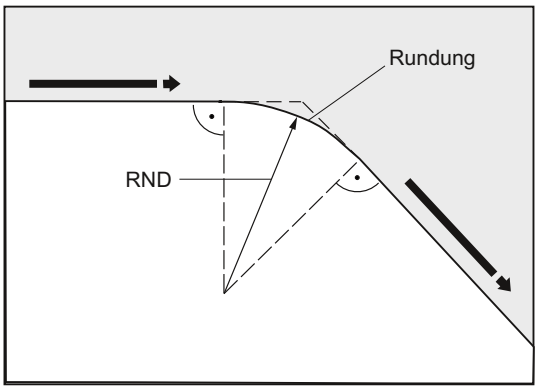
Bedeutung

`ANG=...` : Bezeichner zur Winkel-Programmierung

Der angegebene Wert (Winkel) bezieht sich auf die Abszisse der aktiven Arbeitsebene (Z-Achse bei `G18`).

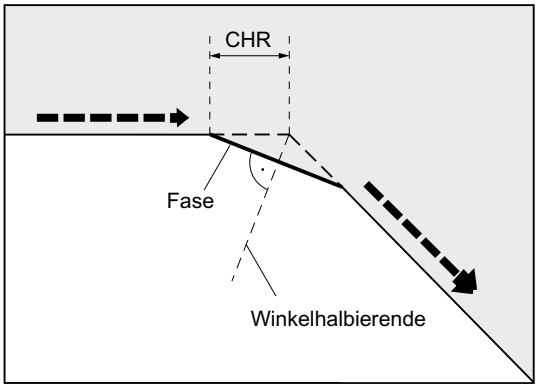
`RND=...` : Bezeichner zur Programmierung einer Rundung

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 250) ".

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 ...`	

9.9.4 Konturzüge: Drei Geraden

Hinweis

In der folgenden Beschreibung wird von davon ausgegangen, dass:

- G18 aktiv ist (⇒ aktive Arbeitsebene ist die Z/X-Ebene).

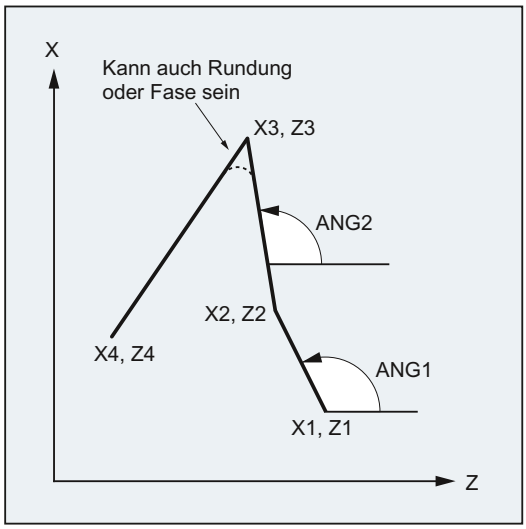
  (Die Programmierung von Konturzügen ist jedoch ohne Einschränkungen auch bei G17 oder G19 möglich.)
- für Winkel, Radius und Fase folgende Bezeichner definiert sind:
  - ANG (Winkel)
  - RND (Radius)
  - CHR (Fase)

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:	Anfangskoordinaten der ersten Geraden
X2, Z2:	Endpunktkoordinaten der ersten Geraden bzw. Anfangskoordinaten der zweiten Geraden
X3, Z3:	Endpunktkoordinaten der zweiten Geraden bzw. Anfangskoordinaten der dritten Geraden
X4, Z4:	Endpunktkoordinaten 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…
```

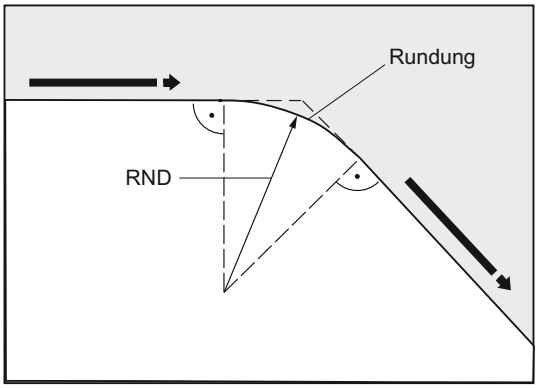
Bedeutung

`ANG=...` : Bezeichner zur Winkel-Programmierung

Der angegebene Wert (Winkel) bezieht sich auf die Abszisse der aktiven Arbeitsebene (Z-Achse bei `G18`).

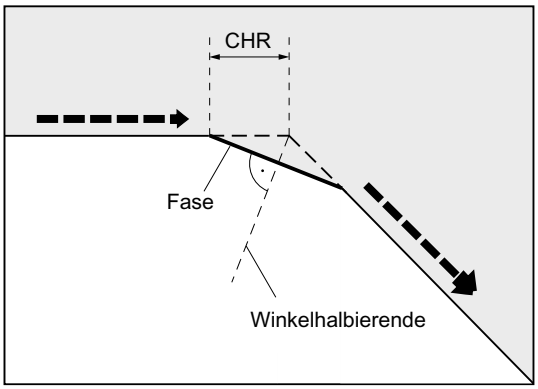
`RND=...` : Bezeichner zur Programmierung einer Rundung

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) (Seite 250) ".

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

9.9.5 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 Spline-Interpolation programmiert werden.

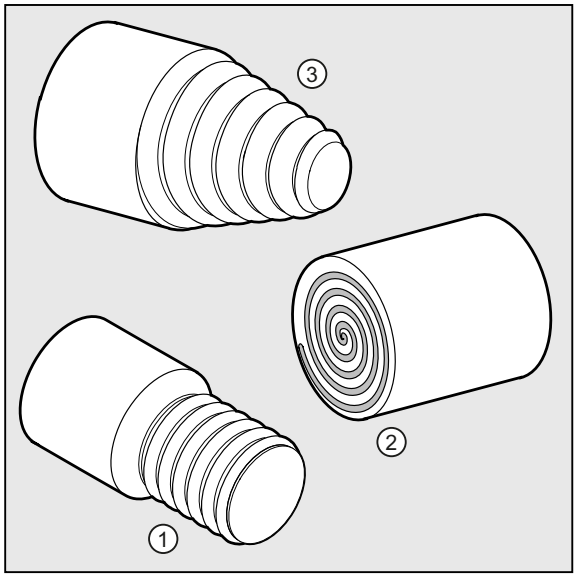
9.10 Gewindeschneiden

9.10.1 Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF)

Funktion

Mit G33 lassen sich Gewinde mit konstanter Steigung fertigen:

- Zylindergewinde ①
- Plangewinde ②
- Kegelgewinde ③

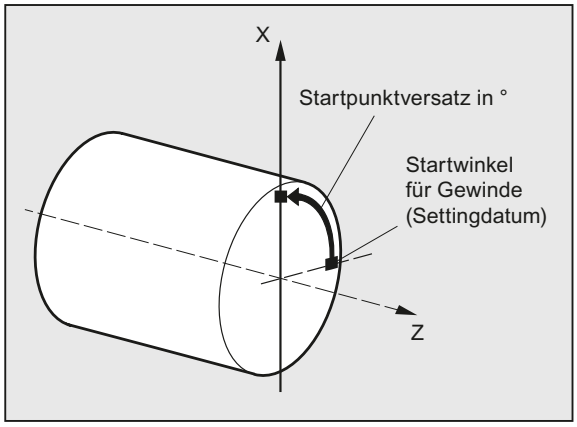


Hinweis

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.

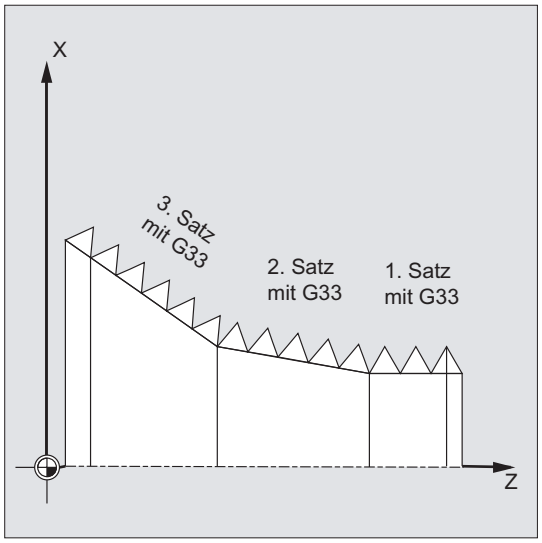


Hinweis

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=…
```

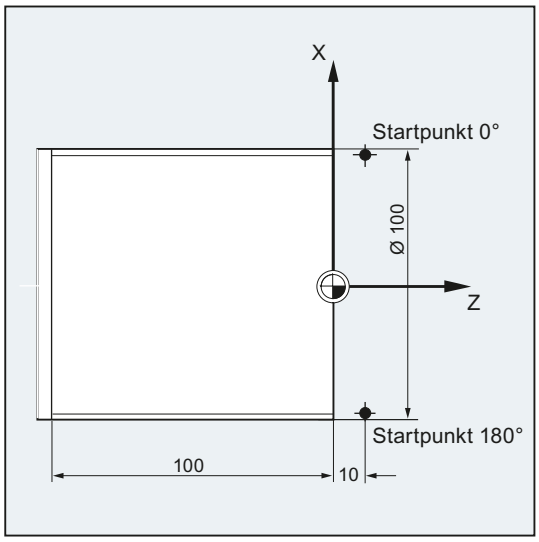
Kegelgewinde:
```
G33 X… Z… K…
G33 X… Z… K… SF=…
G33 X… Z… I…
G33 X… Z… I… SF=…
```

Bedeutung

`G33`:	Befehl zum Gewindeschneiden mit konstanter Steigung
`X... Y... Z...` :	Endpunkt(e) in kartesischen Koordinaten
`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

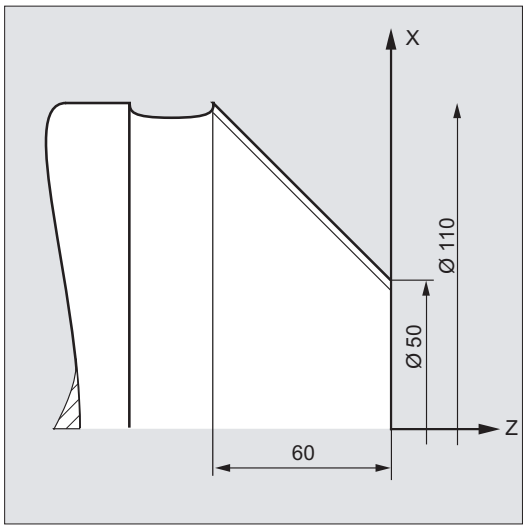
Beispiele

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: Kegelgewinde mit Winkel kleiner 45°

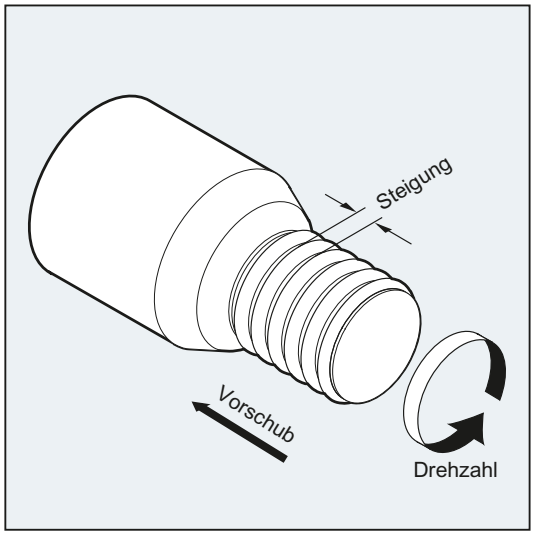


Programmcode	Kommentar
N10 G1 X50 Z0 S500 F100 M3	; Startpunkt anfahren, Spindel einschalten.
N20 G33 X110 Z-60 K4	; Kegelgewinde: Endpunkt in X und Z, Angabe der Gewindesteigung mit K... in Z-Richtung (da Kegelwinkel < 45°).
N30 G0 Z0 M30	; Wegfahren, Programmende.

Weitere Informationen

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.



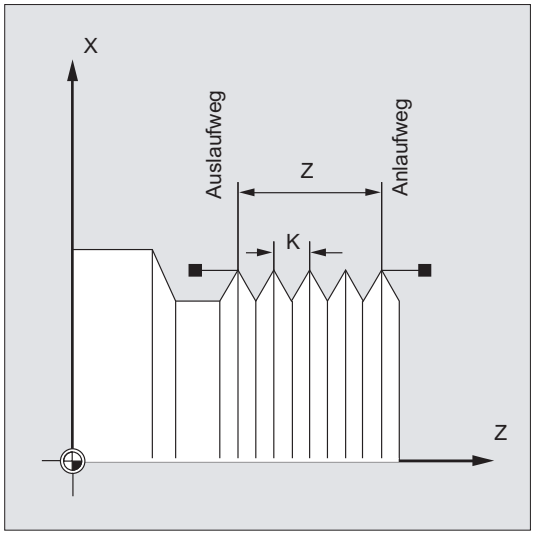
Zylindergewinde

Das Zylindergewinde wird beschrieben durch:

- Gewindelänge
- 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.

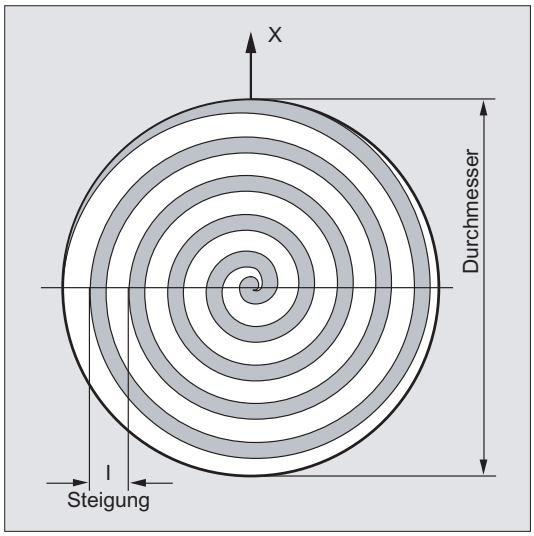
Die Gewindesteigung wird unter den Adressen `I`, `J`, `K` eingegeben (bei Drehmaschinen vorzugsweise mit `K`).



Plangewinde

Das Plangewinde wird beschrieben durch:

- Gewindedurchmesser (vorzugsweise in X-Richtung)
- Gewindesteigung (vorzugsweise mit `I`)



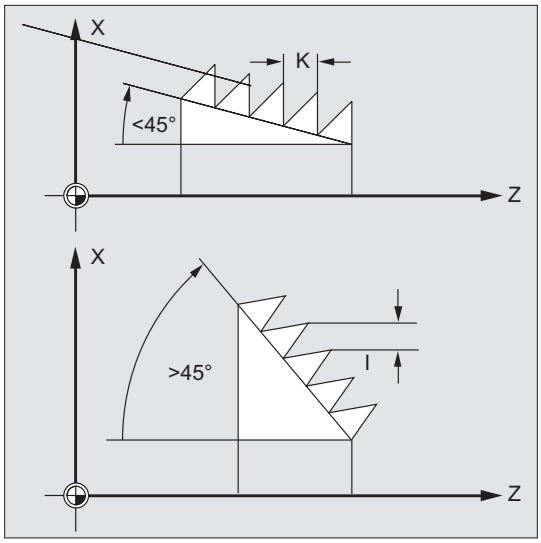
Kegelgewinde

Das Kegelgewinde wird beschrieben durch:

- Endpunkt in Längs- und Planrichtung (Kegelkontur)
- 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):



9.10.2 Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE)

Funktion

Mit den Befehlen DITS und DITE kann die Bahnrampe beim Beschleunigen und Bremsen vorgegeben und damit bei zu kurzem Werkzeug-Ein-/Auslauf der Vorschub entsprechend angepasst werden:

- Zu kurzer Einlaufweg

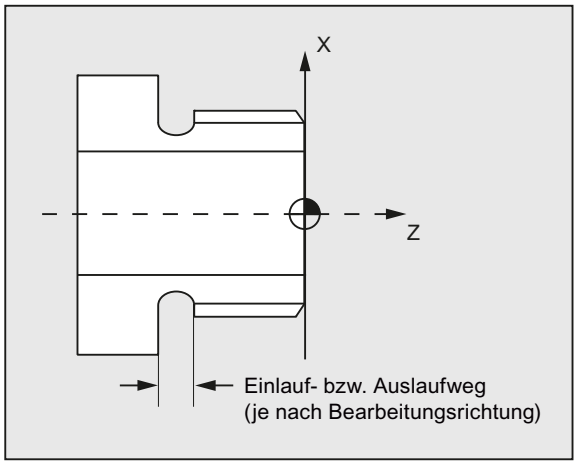
  Durch den Bund am Gewindeeinlauf ist wenig Platz für die Werkzeug-Startrampe. Diese muss deshalb über DITS kürzer vorgegeben werden.

- 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 festlegen
DITE:	Gewinde-Auslaufweg festlegen
<Wert>:	Wertangabe für den Ein- bzw. Auslaufweg Wertebereich: -1, 0, ... n

Hinweis

Unter DITS und DITE werden ausschließlich Wege, jedoch keine Positionen programmiert.

Hinweis

Mit den Befehlen DITS und DITE korrespondiert das Settingdatum SD42010 $SC_THREAD_RAMP_DISP[0,1], in das die programmierten Wege eingeschrieben werden. Wird vor oder im ersten Gewindesatz kein Einlauf-/Bremsweg programmiert, wird dieser aus dem aktuellen Inhalt vom SD42010 bestimmt.

Literatur:
Funktionshandbuch Grundfundfunktionen; Vorschübe (V1)

Beispiel

```
Programmcode                                  Kommentar
...
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
```

Weitere Informationen

Bei sehr kleinem Ein- 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.

Für den programmierten Ein-/Auslaufweg gilt die aktuelle Maßangabe-Einstellung (Inch/metrisch).

9.10.3 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 **zu**nehmender Steigung
`G35`:	Befehl zum Gewindeschneiden mit linear **ab**nehmender 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:

$$F = \frac{k_e^2 - k_a^2}{2 * l_G} \quad [\text{mm/U}^2]$$

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	; Spindel ein.
N1609 G0 G64 Z40 X216	; Startpunkt anfahren.
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	; Gewindesatz 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"

9.10.4 Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN)

Funktion

Die Funktion "Schnellrückzug während Gewindeschneiden (G33)" ermöglicht eine zerstörungsfreie Unterbrechung des Gewindeschneidens bei:

- NC-Stop über NC/PLC-Nahtstellensignal: DB21, ... DBX7.3 (NC-Stop)
- Alarme, die implizit NC-Stop auslösen
- Schalten eines schnellen Eingangs
  Literatur
  Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung, Kapitel "Schnellabheben von der Kontur"

Die Rückzugsbewegung ist programmierbar über:

- Rückzugweg und Rückzugsrichtung (relativ)
- Rückzugsposition (absolut)

Hinweis

NC-Stop Signale

Folgende NC-Stop Signale lösen keinen Schnellrückzug während des Gewindeschneidens aus:

- DB21, ... DBX3.4 (NC-Stop Achsen plus Spindeln)
- DB21, ... DBX7.2 (NC-Stop an Satzgrenze)

Gewindebohren

Die Funktion "Schnellrückzug" ist beim Gewinde**bohren** (`G331` / `G332`) **nicht** anwendbar.

Syntax

Schnellrückzug freigeben, Rückzugsbewegung über Rückzugweg und Rückzugsrichtung:
```
G33 ... LFON DILF=<Wert> LFTXT/LFWP ALF=<Wert>
```

Schnellrückzug freigeben, Rückzugsbewegung über Rückzugsposition:

```
POLF[<Achsbezeichner>]=<Wert> LFPOS
POLFMASK/POLFMLIN(<Achsname1>,<Achsname2>,...)
G33 ... LFON
```

Schnellrückzug während Gewindeschneiden sperren:
```
LFOF
```

Bedeutung

LFON:	Schnellrückzug während Gewindeschneiden (G33) freigeben
LFOF:	Schnellrückzug während Gewindeschneiden (G33) sperren
DILF= :	Länge des Rückzugswegs festlegen Der durch MD-Projektierung (MD21200 $MC_LIFTFAST_DIST) voreingestellte Wert kann im Teileprogramm durch Programmierung von DILF verändert werden. **Hinweis:** Nach NC-RESET ist immer der projektierte MD-Wert aktiv.
LFTXT LFWP:	Die Rückzugsrichtung wird in Verbindung mit ALF mit den G-Funktionen LFTXT und LFWP gesteuert. LFTXT: Die Ebene, in welcher die Rückzugsbewegung ausgeführt wird, wird aus der Bahntangente und der Werkzeugrichtung errechnet (Standardeinstellung). LFWP: Die Ebene, in welcher die Rückzugsbewegung ausgeführt wird, ist die aktive Arbeitsebene.
ALF= :	In der Ebene der Rückzugsbewegung wird 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

Literatur:
Zu den Programmiermöglichkeiten mit ALF siehe auch Kapitel "Verfahrrichtung beim Schnellabheben von der Kontur" im Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung.

LFPOS: Rückzug der mit POLFMASK oder POLFMLIN bekannt gemachten Achse auf die mit POLF programmierte absolute Achsposition

POLFMASK: Freigabe der Achsen (<Achsname1>,<Achsname1>,...) für den unabhängigen Rückzug auf Absolutposition

POLFMLIN: Freigabe der Achsen für den Rückzug auf Absolutposition im linearen Zusammenhang

Hinweis:
Der lineare Zusammenhang kann je nach dynamischen Verhalten aller beteiligten Achsen bis zum Erreichen der Abhebeposition nicht immer hergestellt werden.

POLF[]: Absolute Rückzugsposition für die im Index angegebene Geometrieachse bzw. Maschinenachse festlegen

Wirksamkeit: modal

=<Wert>: Bei Geometrieachsen wird der zugewiesene Wert als Position im Werkstückkoordinatensystem (WKS) interpretiert, bei Maschinenachsen als Position im Maschinenkoordinatensystem (MKS).

Die Wertzuweisung ist auch als Kettenmaßangabe programmierbar:
=IC<Wert>

<Achsbezeichner>: Bezeichner einer Geometrie- oder Maschinenachse

---

Hinweis

LFON bzw. LFOF können immer programmiert werden, die Auswertung erfolgt jedoch ausschließlich beim Gewindeschneiden (G33).

Hinweis

POLF mit POLFMASK/POLFMLIN sind nicht auf den Einsatz bei Gewindeschneiden beschränkt.

Beispiele

Beispiel 1: Schnellrückzug während 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=7        ; Schnellrückzug während
                                              ; Gewindeschneiden freigeben.
                                              ; Rückzugsweg=10mm
                                              ; Rückzugsebene: Z/X (wegen G18)
                                              ; Rückzugsrichtung: -X
                                              ; (mit ALF=3: Rückzugsrichtung +X)
N71 G33 Z55 X15
N72 G1                                        ; Gewindeschneiden abwählen.
N69 IF $AC_LIFTFAST GOTOB MM_THREAD           ; Wenn Gewindeschneiden unterbrochen
                                              ; wurde.
N90 MSG("")
...
N70 M30
```

Beispiel 2: Schnellrückzug vor Gewindebohren ausschalten

```
Programmcode                          Kommentar
N55 M3 S500 G90 G0 X0 Z0
...
N87 MSG ("Gewindebohren")
N88 LFOF                              ; Schnellrückzug vor Gewindebohren ausschalten.
N89 CYCLE...                          ; Gewindebohrzyklus mit G33.
N90 MSG ("")
...
N99 M30
```

Beispiel 3: Schnellrückzug auf absolute Rückzugsposition

Bei einem Stopp wird 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
```

9.11 Gewindebohren

9.11.1 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332)

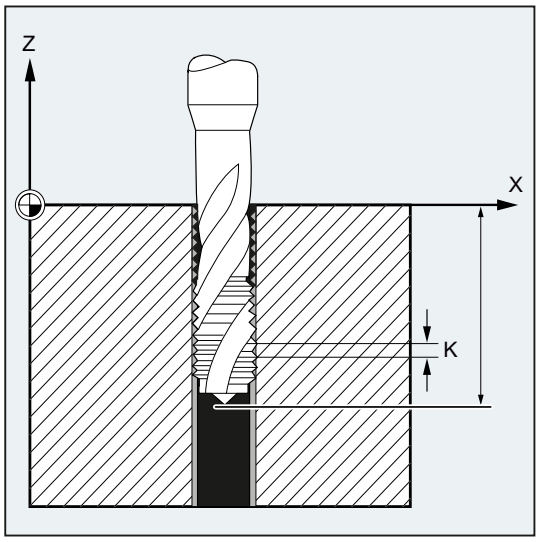
Voraussetzung

Die technische Voraussetzung für das Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter ist eine lagegeregelte Spindel mit Wegmesssystem.

Funktion

Das Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter wird mit den Befehlen `G331` und `G332` programmiert. Damit kann die für Gewindebohren vorbereitete Spindel im lagegeregelten Betrieb mit Wegesystem die folgenden Bewegungen durchführen:

- `G331`: Gewindebohren mit Gewindesteigung in Bohrrichtung bis zum Endpunkt
- `G332`: Rückzugsbewegung mit derselben Steigung wie `G331`



Rechts- oder Linksgewinde werden über das Vorzeichen der Steigung festgelegt:

- Positive Steigung → Rechtslauf (wie `M3`)
- Negative Steigung → Linkslauf (wie `M4`)

Unter der Adresse `S` wird die gewünschte Drehzahl programmiert.

Syntax

```
SPOS=<Wert>
G331 S...
G331 X… Y… Z… I… J… K…
G332 X… Y… Z… I… J… K…
```

- Die Programmierung von `SPOS` (bzw. `M70`) vor der Gewindebearbeitung ist nur nötig:
  - bei Gewinden, die in Mehrfachbearbeitung hergestellt werden.
  - bei Fertigungsprozessen, bei denen eine definierte Gewindestartposition notwendig ist.

  Bei der Bearbeitung von mehreren aufeinander folgenden Gewinden kann die Programmierung von `SPOS` (bzw. `M70`) dagegen entfallen (Vorteil: Zeitoptimierung).
- Die Spindeldrehzahl muss in einem eigenen `G331`-Satz ohne Achsbewegung vor der Gewindebearbeitung (`G331 X… Y… Z… I… J… K…`) stehen.

Bedeutung

G331:	Befehl: Gewindebohren Die Bohrung wird beschrieben durch Bohrtiefe und Gewindesteigung. Wirksamkeit: modal
G332:	Befehl: Gewindebohren-Rückzug Diese Bewegung wird mit derselben Steigung beschrieben wie die G331-Bewegung. Die Richtungsumkehr der Spindel erfolgt automatisch. Wirksamkeit: modal
X... Y... Z...:	Bohrtiefe (Endpunkt des Gewindes in kartesischen Koordinaten)
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

Nach G332 (Rückzug) kann mit G331 das nächste Gewinde gebohrt werden.

Hinweis

Zweiter Getriebestufen-Datensatz

Um beim Gewindebohren eine effektive Anpassung von Spindeldrehzahl und Motormoment zu erreichen und schneller beschleunigen zu können, kann in achsspezifischen Maschinendaten abweichend vom ersten Getriebestufen-Datensatz und auch unabhängig von diesen Drehzahlschaltschwellen ein zweiter Getriebestufen-Datensatz für zwei weitere projektierbare Schaltschwellen (Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl) voreingestellt sein. Bitte beachten Sie hierfür die Angaben des Maschinenherstellers.

Literatur:
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Spindeln (S1), Kapitel: " Projektierbare Getriebeanpassungen"

Beispiele

Beispiel 1: G331 und G332

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: Programmierte Bohrdrehzahl in der aktuellen Getriebestufe ausgeben

```
Programmcode                    Kommentar
N05 M40 S500                    ; Getriebestufe 1 wird eingelegt, da die
                                  programmierte Spindeldrehzahl 500 U/min im Bereich
                                  von 20 bis 1028 U/min liegt.
...
N55 SPOS=0                      ; Spindel ausrichten.
N60 G331 Z-10 K5 S800           ; Gewinde fertigen, Spindeldrehzahl 800 U/min liegt
                                  in Getriebestufe 1.
```

Die zur programmierten Spindeldrehzahl `S500` passende Getriebestufe bei `M40` wird aus dem ersten Getriebestufen-Datensatz ermittelt. Die programmierte Bohrdrehzahl `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 automatischen Getriebestufenwechsel ist der Drehzahlsteuerbetrieb der Spindel.

Hinweis

Soll bei einer Spindeldrehzahl von 800 U/min die Getriebestufe 2 angewählt werden, so müssen die Schaltschwellen für die Maximal- und Minimaldrehzahl hierfür in den betreffenden Maschinendaten des zweiten Getriebestufen-Datensatzes projektiert sein (siehe nachfolgende Beispiele).

Beispiel 3: Anwendung des zweiten Getriebestufen-Datensatzes

Die Schaltschwellen des zweiten Getriebestufen-Datensatzes für die Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl werden 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 fertigen, Spindel-Beschleunigung aus
                          2.Getriebestufen-Datensatz.
```

Beispiel 4: Keine Drehzahlprogrammierung → Überwachung der Getriebestufe

Wird bei Anwendung des zweiten Getriebestufen-Datensatzes mit G331 keine Drehzahl programmiert, dann wird das Gewinde mit der zuletzt programmierten Drehzahl gefertigt. Ein Getriebestufenwechsel erfolgt nicht. In diesem Fall wird jedoch überwacht, dass die zuletzt programmierte Drehzahl im vorgegebenen Drehzahlbereich (Schaltschwellen für die Maximal- und Minimaldrehzahl) der aktiven Getriebestufe liegt. Anderenfalls wird 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        ; Überwachung der Spindeldrehzahl 800 U/min mit
                          Getriebestufen-Datensatz 2: Getriebestufe 2 müsste aktiv
                          sein, Alarm 16748 wird gemeldet.
```

Beispiel 5: Getriebestufenwechsel nicht möglich → Überwachung der Getriebestufe

Wird bei Anwendung des zweiten Getriebestufen-Datensatzes im G331-Satz zusätzlich zur Geometrie die Spindeldrehzahl programmiert, dann kann, falls die Drehzahl nicht im vorgegebenen Drehzahlbereich (Schaltschwellen für die Maximal- und Minimaldrehzahl) der aktiven Getriebestufe liegt, kein Getriebestufenwechsel durchgeführt werden, weil dann die Bahnbewegung von Spindel und Zustellachse(n) nicht eingehalten werden würde.

Wie im vorhergehenden Beispiel werden im G331-Satz die Drehzahl und die Getriebestufe überwacht und gegebenenfalls der Alarm 16748 gemeldet.

```
Programmcode                  Kommentar
N05 M40 S500                  ; Getriebestufe 1 wird angewählt.
...
N55 SPOS=0
N60 G331 Z-10 K5 S800         ; Getriebestufenwechsel nicht möglich, Überwachung der
                                Spindeldrehzahl 800 U/min mit Getriebestufen-
                                Datensatz 2: Getriebestufe 2 müsste aktiv sein, Alarm
                                16748 wird gemeldet.
```

Beispiel 6: Programmierung ohne SPOS

```
Programmcode            Kommentar
N05 M40 S500            ; Getriebestufe 1 wird angewählt.
...
N50 G331 S800           ; Masterspindel mit 2.Getriebestufendatensatz: Getriebestufe
                          2 wird angewählt.
N60 G331 Z-10 K5        ; Gewinde fertigen, Spindel-Beschleunigung aus
                          2.Getriebestufen-Datensatz.
```

Die Gewindeinterpolation für die Spindel beginnt von der aktuellen Position, die von dem zuvor abgearbeiteten Teileprogrammbereich abhängig ist, z. B. wenn ein Getriebestufenwechsel ausgeführt wurde. Eine Nachbearbeitung des Gewindes ist deshalb ggf. nicht möglich.

Hinweis

Es ist darauf zu achten, dass bei der Bearbeitung mit mehreren Spindeln die Bohrspindel auch Masterspindel sein muss. Durch die Programmierung von `SETMS(<Spindelnummer>)` kann die Bohrspindel zur Masterspindel gemacht werden.

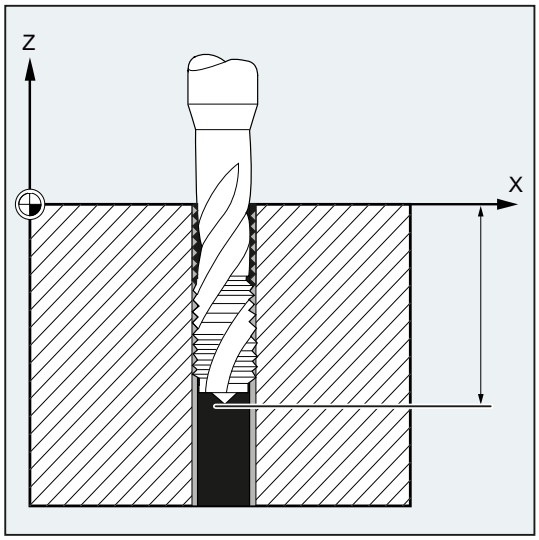
9.11.2 Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (G63)

Funktion

Mit `G63` können Sie Gewinde mit Ausgleichsfutter bohren. Programmiert werden:

- Bohrtiefe in kartesischen Koordinaten
- Spindeldrehzahl und -richtung
- 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 kartesischen Koordinaten

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 * Gewindesteigung in mm/U

Sowohl der Vorschub- als auch der Spindeldrehzahl-Korrekturschalter werden mit G63 auf 100% festgesetzt.

Beispiel

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.

9.12 Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)

Funktion

Konturecken innerhalb der aktiven Arbeitsebene können als Rundung oder Fase ausgeführt werden.

Zur Optimierung der Oberflächengüte kann für das Anfasen/Verrunden ein eigener Vorschub programmiert werden. Wird kein Vorschub programmiert, wirkt der normale Bahnvorschub F.

Mit der Funktion "Modales Verrunden" können mehrere Konturecken hintereinander gleichartig verrundet werden.

Syntax

Konturecke anfasen:

```
G... X... Z... CHR/CHF=<Wert> FRC/FRCM=<Wert>
G... X... Z...
```

Konturecke verrunden:

```
G... X... Z... RND=<Wert> FRC=<Wert>
G... X... Z...
```

Modales Verrunden:

```
G... X... Z... RNDM=<Wert> FRCM=<Wert>
...
RNDM=0
```

Hinweis

Die Technologie (Vorschub, Vorschubtyp, M-Befehle ...) für das Anfasen/Verrunden wird abhängig von der Einstellung von Bit 0 im Maschinendatum MD20201 $MC_CHFRND_MODE_MASK (Verhalten Fase/Rundung) entweder vom Vorgänger- oder vom Nachfolgersatz abgeleitet. Empfohlene Einstellung ist die Ableitung aus dem Vorgängersatz (Bit 0 = 1).

Bedeutung

`CHF=…` : Konturecke anfasen

- `<Wert>`: Länge der Fase (Maßeinheit entsprechend G70/G71)

`CHR=…` : Konturecke anfasen

- `<Wert>`: Breite der Fase in der ursprünglichen Bewegungsrichtung (Maßeinheit entsprechend G70/G71)

`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 modale Verrunden ausgeschaltet.

`FRC=…` : Satzweise wirksamer Vorschub für Anfasen/Verrunden

`<Wert>`: Vorschubgeschwindigkeit in mm/min (bei aktivem G94) bzw. mm/Umdr (bei aktivem G95)

`FRCM=…` : Modal wirksamer Vorschub für Anfasen/Verrunden

`<Wert>`: Vorschubgeschwindigkeit in mm/min (bei aktivem G94) bzw. mm/Umdr (bei aktivem G95)

Mit `FRCM=0` wird der modal wirksame Vorschub für Anfasen/Verrunden ausgeschaltet und der unter F programmierte Vorschub ist aktiv.

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.
- 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.

FRC ist nur wirksam, wenn im Satz eine Fase/Rundung programmiert ist bzw. RNDM aktiviert wurde.

FRC überschreibt im aktuellen Satz den F- bzw. FRCM-Wert.

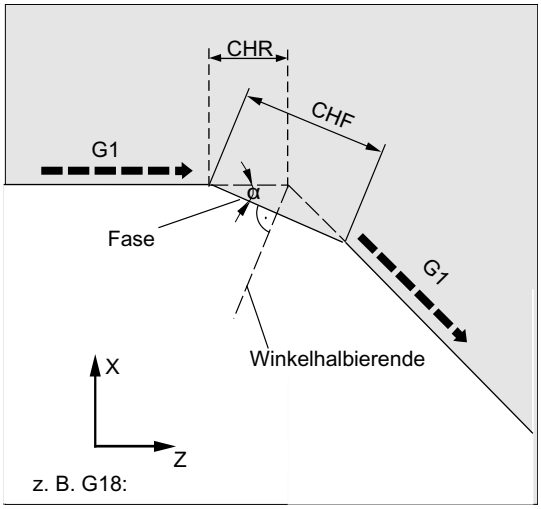
Der unter FRC programmierte Vorschub muss größer Null sein.

FRCM=0 aktiviert für das Anfasen/Verrunden den unter F programmierten Vorschub.

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, dann erfolgt eine Fehlermeldung.

Beispiele

Beispiel 1: Anfasen zwischen zwei Geraden



- MD20201 Bit 0 = 1 (Ableitung aus dem Vorgängersatz)
- G71 ist aktiv.
- Die Breite der Fase in der Bewegungsrichtung (CHR) soll 2 mm, der Vorschub für das Anfasen 100 mm/min betragen.

Die Programmierung kann auf zwei Arten erfolgen:

- Programmierung mit CHR

Programmcode

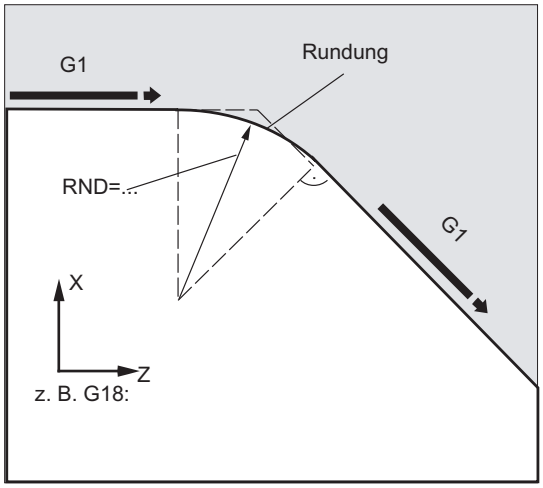
```
...
N30 G1 Z… CHR=2 FRC=100
N40 G1 X…
...
```

- Programmierung mit CHF

Programmcode

```
...
N30 G1 Z… CHF=2(cosα*2) FRC=100
N40 G1 X…
...
```

Beispiel 2: Verrunden zwischen zwei Geraden



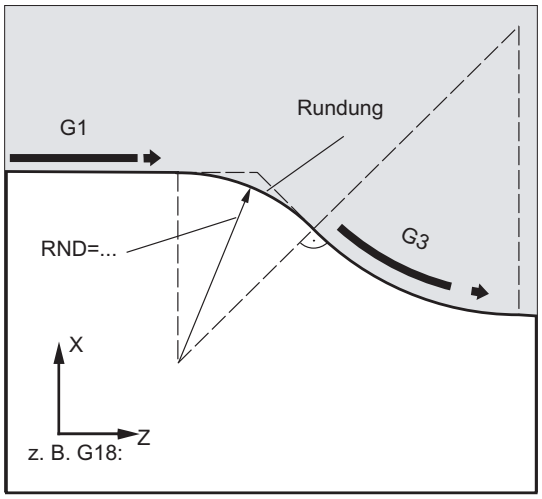
- MD20201 Bit 0 = 1 (Ableitung aus dem Vorgängersatz)
- G71 ist aktiv.
- Der Radius der Rundung soll 2 mm, der Vorschub für das Verrunden 50 mm/min betragen.

Programmcode

```
...
N30 G1 Z… RND=2 FRC=50
N40 G1 X…
...
```

Beispiel 3: Verrunden zwischen Gerade und Kreis

Zwischen Linear- und Kreiskonturen in beliebigen Kombinationen kann durch die Funktion RND mit tangentialem Anschluss ein Kreiskonturelement eingefügt werden.



- MD20201 Bit 0 = 1 (Ableitung aus dem Vorgängersatz)
- G71 ist aktiv.
- Der Radius der Rundung soll 2 mm, der Vorschub für das Verrunden 50 mm/min betragen.

```
Programmcode
...
N30 G1 Z… RND=2 FRC=50
N40 G3 X… Z… I… K…
...
```

Beispiel 4: Modales Verrunden zum Entgraten scharfer Werkstückkanten

```
Programmcode                          Kommentar
...
N30 G1 X… Z… RNDM=2 FRCM=50           ; Modales Verrunden einschalten.
                                        Radius der Rundung: 2mm
                                        Vorschub für das Verrunden: 50 mm/min
N40...
N120 RNDM=0                           ; Modales Verrunden ausschalten.
...
```

Beispiel 5: Technologie vom Nachfolgesatz oder Vorgängersatz übernehmen

- MD20201 Bit 0 = 0: Ableitung aus dem Nachfolgesatz (Standardeinstellung!)

```
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=100 mm/min
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
```

- MD20201 Bit 0 = 1: Ableitung aus dem Vorgängersatz (empfohlenen Einstellung!)

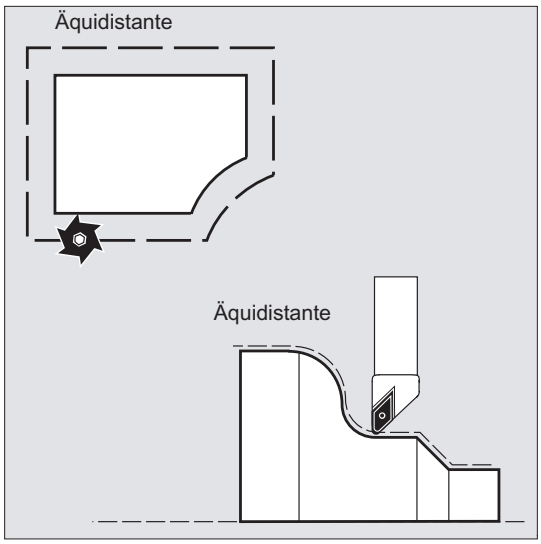
```
Programmcode                        Kommentar
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94
N20 G1 X10 CHF=2                    ; Fase N20-N30 mit F=100 mm/min
N30 Y10 CHF=4 FRC=120               ; Fase N30-N40 mit FRC=120 mm/min
N40 X20 CHF=3 FRC=200               ; Fase N40-N60 mit FRC=200 mm/min
N50 RNDM=2 FRCM=50
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
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
```

Werkzeugradiuskorrekturen 10

10.1 Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN)

Funktion

Bei eingeschalteter Werkzeugradiuskorrektur (WRK) errechnet die Steuerung automatisch für unterschiedliche Werkzeuge die jeweils äquidistanten Werkzeugwege.



Syntax

```
G0/G1 X... Y… Z... G41/G42 [OFFN=<Wert>]
...
G40 X... Y… Z...
```

Bedeutung

`G41`:	WRK mit Bearbeitungsrichtung **links** von der Kontur einschalten
`G42`:	WRK mit Bearbeitungsrichtung **rechts** von der Kontur einschalten
`OFFN=<Wert>`:	Aufmaß zur programmierten Kontur (Offset Kontur normal) (optional) Z. B. zum Erzeugen von äquidistanten Bahnen für das Grobschlichten.
`G40`:	WRK ausschalten

Hinweis

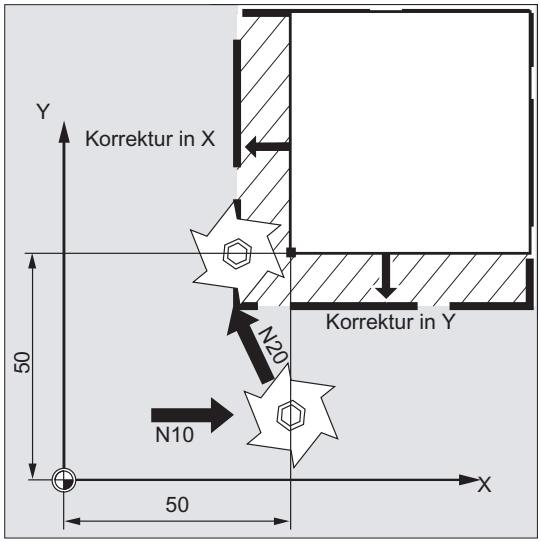
Im NC-Satz mit G40/G41/G42 muss G0 oder G1 aktiv sein und mindestens eine Achse der gewählten Arbeitsebene angegeben werden.

Wird beim Einschalten nur eine Achse angegeben, dann wird die letzte Position der zweiten Achse automatisch ergänzt und in **beiden** Achsen verfahren.

Die beiden Achsen müssen als Geometrieachsen im Kanal aktiv sein. Dies kann durch GEOAX-Programmierung sichergestellt werden.

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen

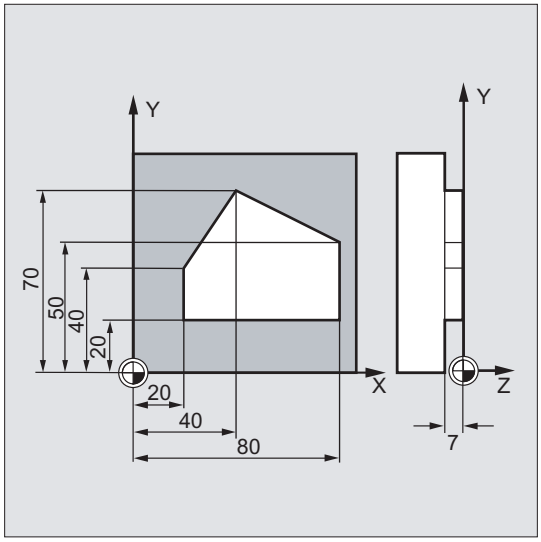


Programmcode	Kommentar
N10 G0 X50 T1 D1	; Nur die Werkzeuglängenkorrektur wird eingeschaltet. X50 wird unkorrigiert angefahren.
N20 G1 G41 Y50 F200	; Die Radiuskorrektur wird eingeschaltet, der Punkt X50/Y50 wird korrigiert angefahren.
N30 Y100	
…	

Beispiel 2: "Klassische" Vorgehensweise am Beispiel Fräsen

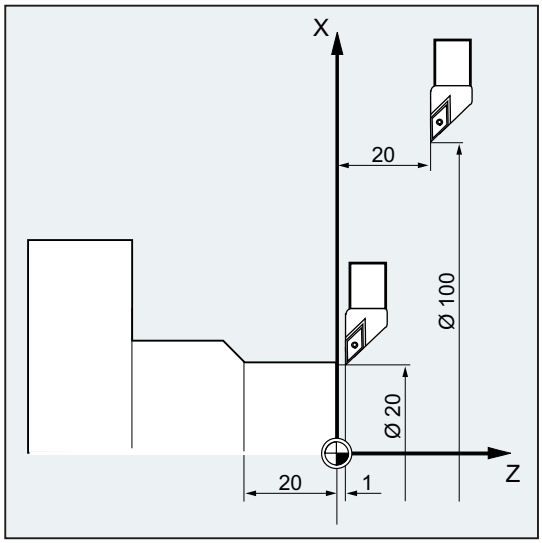
"Klassische" Vorgehensweise:

1. Werkzeugaufruf
2. Werkzeug einwechseln.
3. Arbeitsebene und Werkzeugradiuskorrektur einschalten.



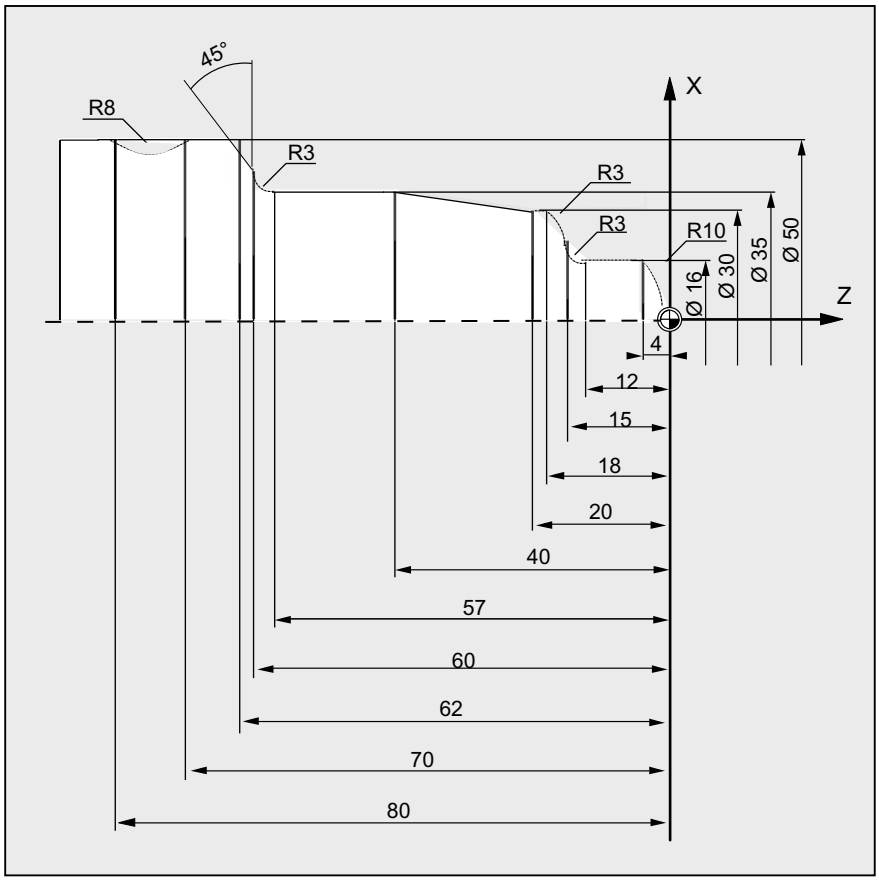
Programmcode	Kommentar
N10 G0 Z100	; Freifahren zum Werkzeugwechsel.
N20 G17 T1 M6	; Werkzeugwechsel
N30 G0 X0 Y0 Z1 M3 S300 D1	; Werkzeugkorrekturwerte aufrufen, Längenkorrektur anwählen.
N40 Z-7 F500	; Werkzeug zustellen.
N50 G41 X20 Y20	; Werkzeugradiuskorrektur einschalten, Werkzeug arbeitet links 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 3: Drehen



Programmcode	Kommentar
…	
N20 T1 D1	; Nur die Werkzeuglängenkorrektur wird eingeschaltet.
N30 G0 X100 Z20	; X100 Z20 wird unkorrigiert angefahren.
N40 G42 X20 Z1	; Die Radiuskorrektur wird eingeschaltet, der Punkt X20/Z1 wird korrigiert angefahren.
N50 G1 Z-20 F0.2	
…	

Beispiel 4: 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	
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Radius 3 drehen

```
Programmcode                                Kommentar
N85 G1 X46
N90 X52 Z-63
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9                  ; Werkzeugradiuskorrektur abwählen und
                                              Werkzeugwechselpunkt 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                 ; Werkzeugwechselpunkt verfahren
N135 M30                                    ; Programm-Ende
```

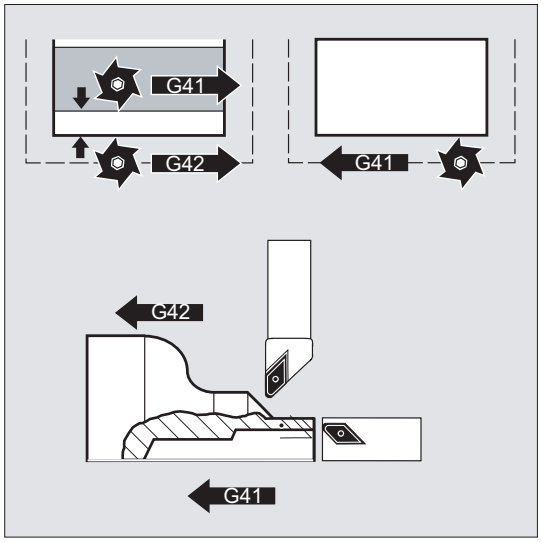
Weitere Informationen

Für die Berechnung der Werkzeugwege benötigt die Steuerung folgende Informationen:

- Werkzeugnr. (T...), Schneidennr. (D...)
- Bearbeitungsrichtung (G41/G42)
- Arbeitsebene (G17/G18/G19)

Werkzeugnr. (T...), Schneidennr. (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)

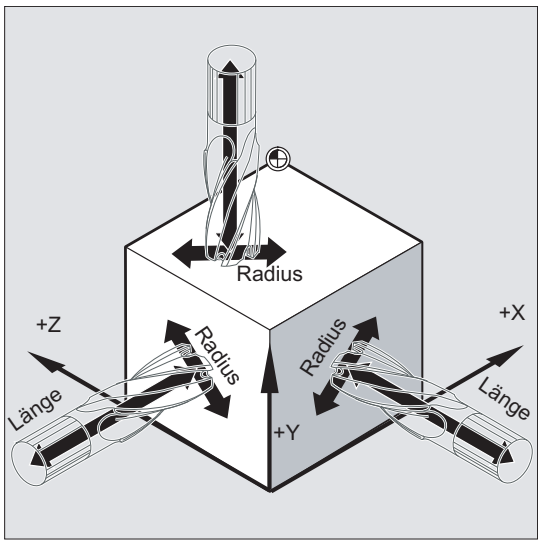
Hieraus erkennt die Steuerung die Richtung, in die die Werkzeugbahn verschoben werden soll.

Hinweis

Ein negativer Korrekturwert ist gleichbedeutend mit einem Wechsel der Korrekturseite (`G41` ↔ `G42`).

Arbeitsebene (G17/G18/G19)

Hieraus erkennt die Steuerung die Ebene und damit die Achsrichtungen, in denen korrigiert wird.



Beispiel: Fräswerkzeug

Programmcode	Kommentar
...	
N10 G17 G41 …	; Die Werkzeugradiuskorrektur erfolgt in der X/Y-Ebene, die Werkzeuglängenkorrektur in Z-Richtung.
...	

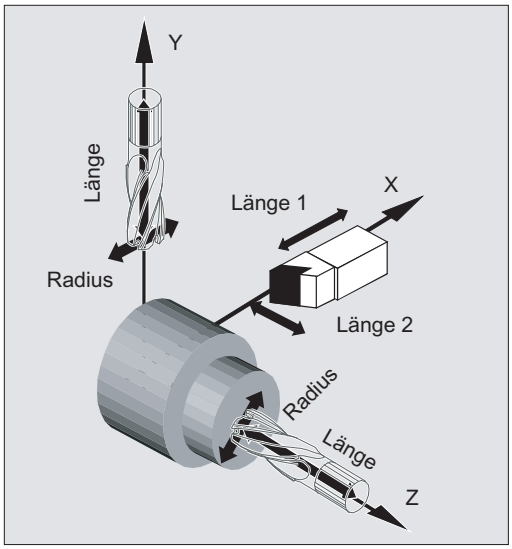
Hinweis

Bei 2-Achs-Maschinen ist die Werkzeugradiuskorrektur nur in "echten" Ebenen möglich, in der Regel bei `G18`.

Werkzeuglängenkorrektur

Der bei Werkzeuganwahl der Durchmesserachse zugeordnete Verschleißparameter kann über ein Maschinendatum 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 kann die Werkzeugbahn beim Ein- und Ausschalten des Korrekturbetriebs festgelegt werden (siehe "Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Seite 267)").

Schnittpunkt

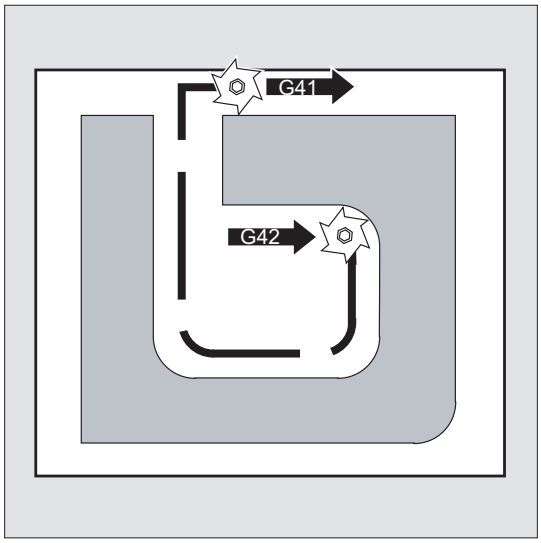
Die Auswahl des Schnittpunkts erfolgt über das Settingdatum:

SD42496 $SC_CUTCOM_CLSD_CONT (Verhalten der Werkzeugradiuskorrektur bei geschlossener Kontur)

Wert	Bedeutung
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 1 mm 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)

Ein Wechsel der Korrekturrichtung (G41 ↔ G42) kann ohne zwischengeschaltetes G40 programmiert werden.



Wechsel der Arbeitsebene

Ein Wechsel der Arbeitsebene (G17/G18/G19) ist bei eingeschaltetem G41/G42 **nicht** möglich.

Wechsel des Werkzeugkorrekturdatensatzes (D…)

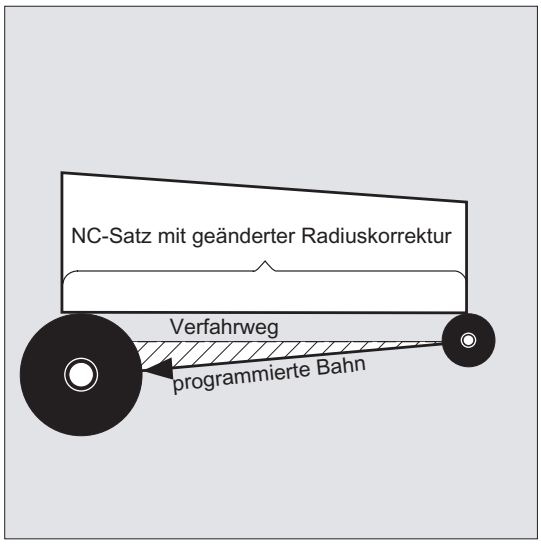
Der Werkzeugkorrekturdatensatz kann im Korrekturbetrieb gewechselt werden.

Ein veränderter Werkzeugradius gilt bereits ab dem Satz, in dem die neue D-Nummer steht.

Hinweis

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

Die Änderung kann z. B. über Systemvariablen erfolgen. Für den Ablauf gilt das Gleiche wie beim Wechsel des Werkzeugkorrekturdatensatzes (D...).

Hinweis

Die geänderten Werte werden erst nach erneuter T- oder D-Programmierung wirksam. Die Änderung gilt erst im nächsten Satz.

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.

Hinweis

Die Anzahl aufeinanderfolgender Sätze oder M-Befehle ist über ein Maschinendatum einstellbar (siehe Angaben des Maschinenherstellers!).

Hinweis

Ein Satz mit Bahnweg Null zählt ebenfalls als Unterbrechung!

10.2 Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT)

Funktion

Mit den Befehlen NORM, KONT, KONTC oder KONTT kann bei eingeschalteter Werkzeugradiuskorrektur (G41/G42) der An- und Abfahrweg des Werkzeugs an den gewünschten Konturverlauf oder an die Rohteilform angepasst werden.

Mit KONTC oder KONTT werden die Stetigkeitsbedingungen in allen drei Achsen eingehalten. Damit wird es zulässig, gleichzeitig eine Wegkomponente senkrecht zur Korrekturebene zu programmieren.

Voraussetzung

Die Befehle KONTC und KONTT stehen nur zur Verfügung, wenn in der Steuerung die Option "Polynom-Interpolation" freigegeben ist.

Syntax

```
G41/G42 NORM/KONT/KONTC/KONTT X... Y... Z...
...
G40 X... Y... Z...
```

Bedeutung

NORM:	Direktes An-/Abfahren auf einer Geraden einschalten Das Werkzeug wird senkrecht zum Konturpunkt ausgerichtet.
KONT:	An-/Abfahren mit Umfahren des Anfangs-/Endpunkts nach programmiertem Eckenverhalten G450 bzw. G451 einschalten
KONTC:	Krümmungsstetiges An-/Abfahren einschalten
KONTT:	Tangentenstetiges An-/Abfahren einschalten

Hinweis

Als Original-An-/Abfahrsätze für KONTC und KONTT sind nur G1-Sätze zulässig. Diese werden von der Steuerung durch Polynome für die entsprechende Anfahr-/Abfahrbahn ersetzt.

Randbedingungen

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.

Beispiel

KONTC

In der Kreismitte beginnend wird an den Vollkreis angefahren. Dabei sind im Satzendpunkt des Anfahrsatzes Richtung und Krümmungsradius gleich den Werten des folgenden Kreises. In den beiden An-/Abfahrsätzen wird gleichzeitig in Z-Richtung zugestellt. Das folgende Bild zeigt die senkrechte Projektion der Werkzeugbahnbahn:

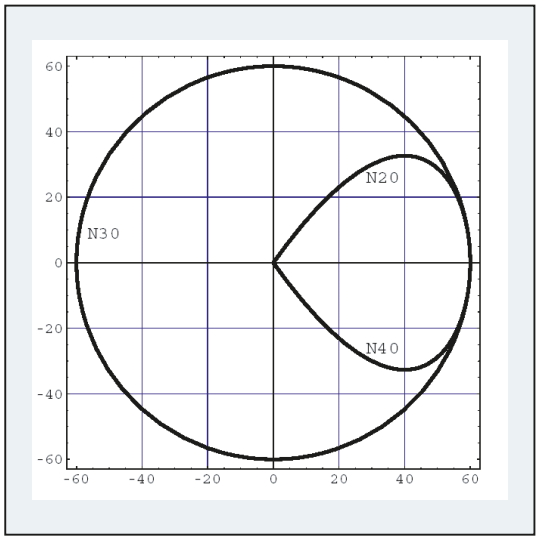


Bild 10-1 Senkrechte Projektion

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	

Gleichzeitig zur Anpassung der Krümmung an die Kreisbahn des Vollkreises wird von Z60 auf die Ebene des Kreises Z0 verfahren:

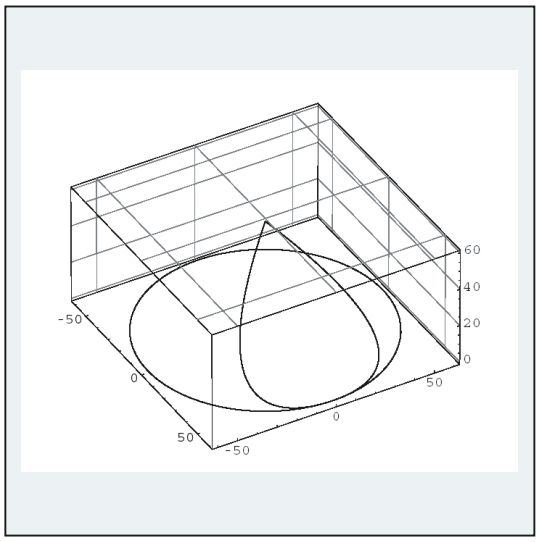


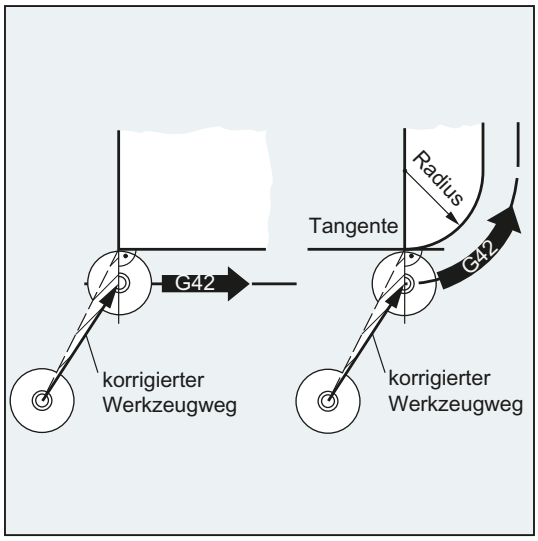
Bild 10-2 Räumliche Darstellung

Weitere Informationen

An-/Abfahren mit NORM

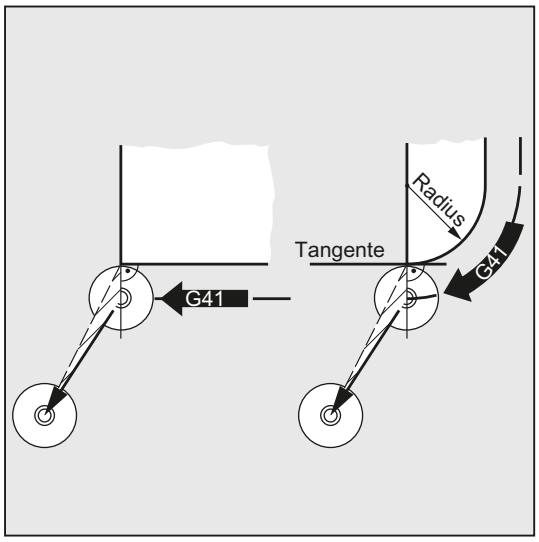
1. Anfahren:

   Bei eingeschaltetem NORM fährt das Werkzeug direkt auf einer Geraden auf die korrigierte Startposition (unabhängig von dem durch die programmierte Fahrbewegung vorgegebenen Anfahrwinkel) und wird senkrecht zur Bahntangente im Anfangspunkt ausgerichtet:

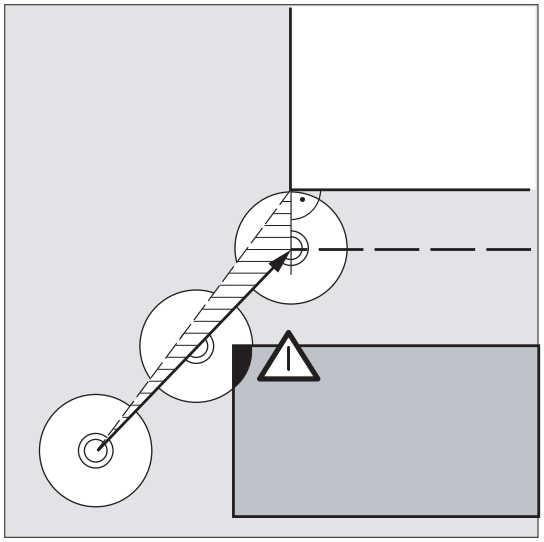


2. Abfahren:

   Das Werkzeug steht in senkrechter Position zum letzten korrigierten Bahn-Endpunkt und fährt dann (unabhängig von dem durch die programmierte Fahrbewegung vorgegebenen Anfahrwinkel) direkt auf einer Geraden zur nächsten, unkorrigierten Position, z. B. zum Werkzeugwechselpunkt:



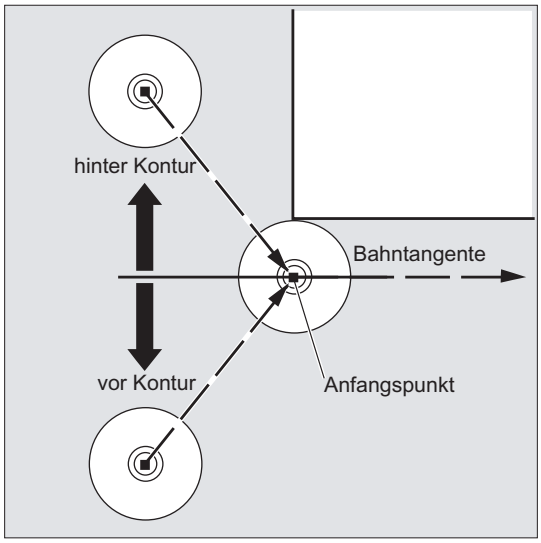
Veränderte An-/Abfahrwinkel stellen eine Kollisionsgefahr dar:



ACHTUNG
Kollisionsgefahr Um eventuelle Kollisionen zu vermeiden, müssen veränderte An-/Abfahrwinkel bei der Programmierung berücksichtigt werden.

An-/Abfahren mit KONT

Vor dem Anfahren kann sich das Werkzeug **vor** oder **hinter** der Kontur befinden. Als Trennlinie gilt dabei die Bahntangente im Anfangspunkt:



Entsprechend sind beim An-/Abfahren mit `KONT` zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Das Werkzeug befindet sich vor der Kontur.

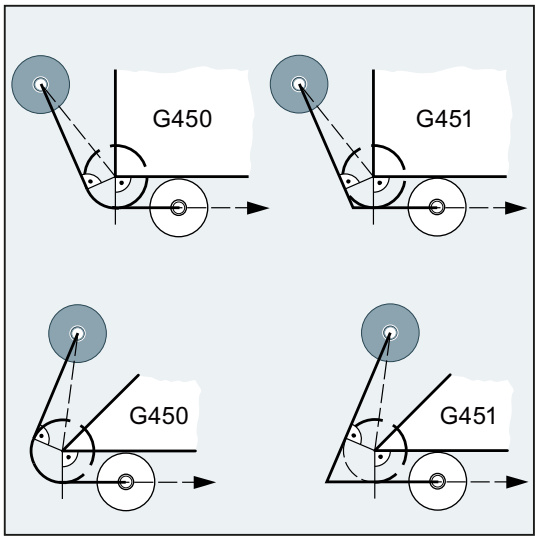
   → An-/Abfahrstrategie wie bei NORM.

2. Das Werkzeug befindet sich hinter der Kontur

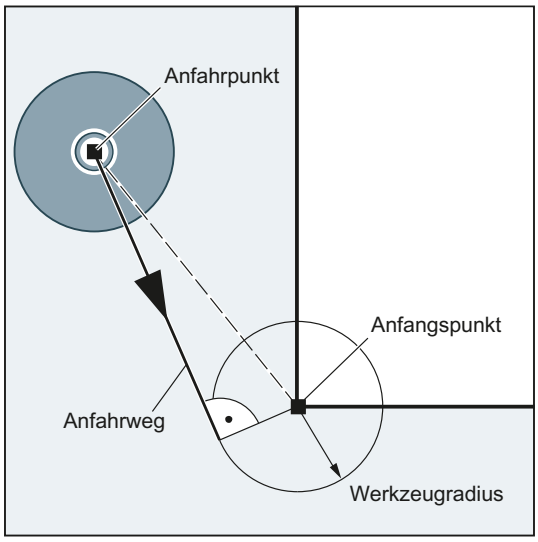
   – Anfahren:

     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:



In beiden Fällen (G450/G451) wird folgender Anfahrweg erzeugt:



Vom unkorrigierten Anfahrpunkt wird eine Gerade gezogen, die einen Kreis mit Kreisradius = Werkzeugradius tangiert. Der Kreismittelpunkt liegt im Anfangspunkt.

– Abfahren:

  Für das Abfahren gilt, in umgekehrter Reihenfolge, das Gleiche wie für das Anfahren.

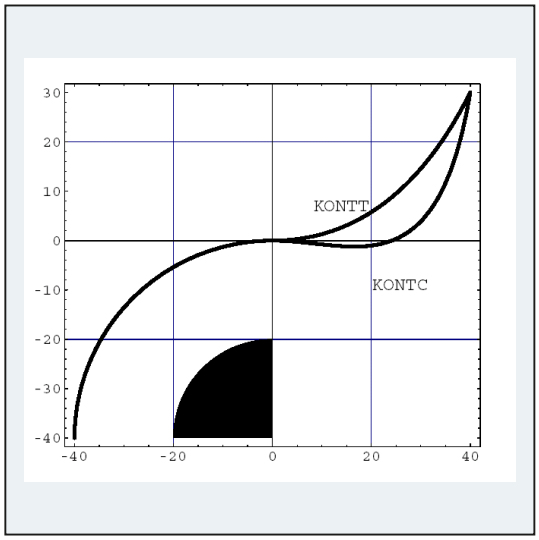
An-/Abfahren mit KONTC

Der Konturpunkt wird krümmungsstetig angefahren/verlassen. Am Konturpunkt tritt kein Beschleunigungssprung auf. Die Bahn vom Ausgangspunkt zum Konturpunkt wird als Polynom interpoliert.

An-/Abfahren mit KONTT

Der Konturpunkt wird tangentenstetig angefahren/verlassen. Am Konturpunkt kann ein Beschleunigungssprung auftreten. Die Bahn vom Ausgangspunkt zum Konturpunkt wird als Polynom interpoliert.

Unterschied zwischen KONTC und KONTT



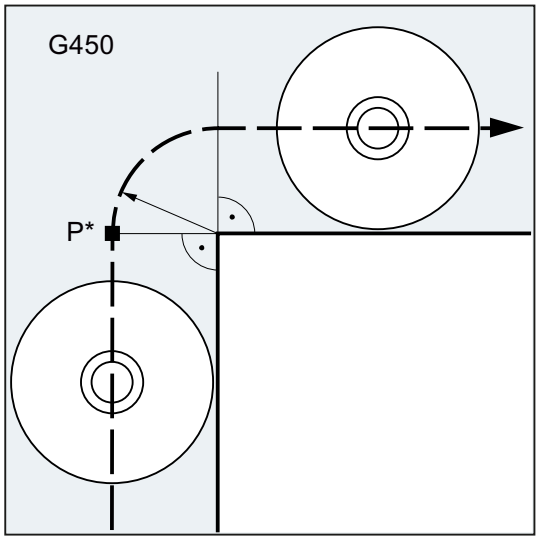
In diesem Bild ist das unterschiedliche An-/Abfahrverhalten bei KONTT und KONTC dargestellt. Ein Kreis mit dem Radius 20 mm um den Mittelpunkt bei X0 Y-40 wird mit einem Werkzeug mit 20 mm Radius an der Außenseite korrigiert. Es ergibt sich deshalb eine kreisförmige Bewegung des Werkzeugmittelpunkts mit dem Radius 40 mm. Der Endpunkt des Abfahrsatzes liegt bei X40 Y30. Der Übergang zwischen dem Kreissatz und dem Abfahrsatz liegt im Nullpunkt. Wegen der verlangten Krümmungsstetigkeit bei KONTC führt der Abfahrsatz zunächst eine Bewegung mit negativer Y-Komponente aus. Dies wird häufig unerwünscht sein. Der Abfahrsatz 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 Anfahrsatz, ergibt sich exakt die gleiche Kontur, die lediglich in umgekehrter Richtung durchlaufen wird.

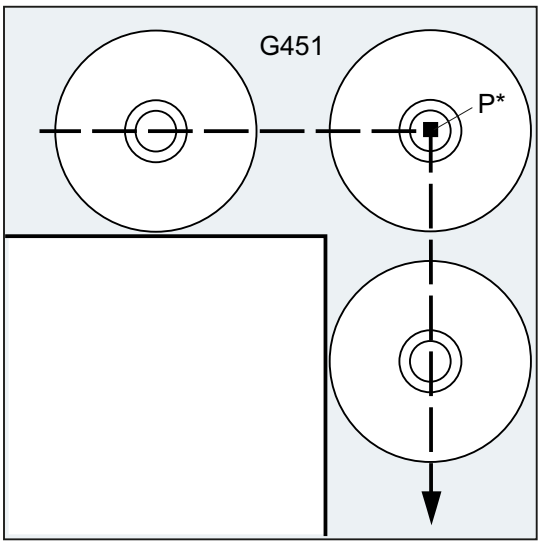
10.3 Korrektur an den Außenecken (G450, G451, DISC)

Funktion

Mit dem Befehl `G450` bzw. `G451` wird bei eingeschalteter Werkzeugradiuskorrektur (`G41`/`G42`) der Verlauf der korrigierten Werkzeugbahn beim Umfahren von Außenecken festgelegt:



Mit `G450` umfährt der Werkzeugmittelpunkt die Werkstückecke auf einem Kreisbogen mit Werkzeugradius.



Mit G451 fährt der Werkzeugmittelpunkt den Schnittpunkt der beiden Äquidistanten an, die im Abstand Werkzeugradius zur programmierten Kontur liegen. G451 gilt nur für Geraden und Kreise.

Hinweis

Mit `G450`/`G451` wird auch der Anfahrweg bei aktivem `KONT` und Anfahrpunkt hinter der Kontur festgelegt (siehe "Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Seite 267)").

Mit dem Befehl `DISC` können die Übergangskreise bei `G450` verzerrt und damit scharfe Konturecken hergestellt werden.

Syntax

```
G450 [DISC=<Wert>]

G451
```

Bedeutung

`G450`: Mit `G450` werden Werkstückecken auf einer Kreisbahn umfahren.

`DISC`: Flexible Programmierung der Kreisbahn bei G450 (optional)

`<Wert>`:

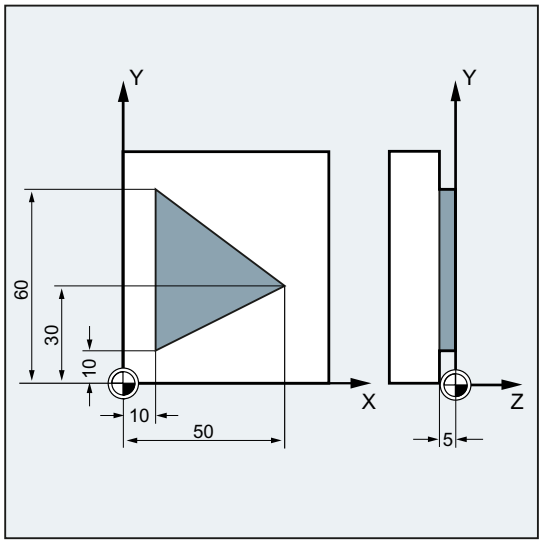
Typ:	INT	
Wertebereich:	0, 1, 2, ... 100	
Bedeutung:	0	Übergangskreis
	100	Schnittpunkt der Äquidistanten (theoretischer Wert)

`G451`: Mit G`451` wird bei Werkstückecken der Schnittpunkt der beiden Äquidistanten angefahren. Das Werkzeug schneidet in der Werkstückecke frei.

Hinweis

`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 (entsprechend der Programmierung des Eckenverhaltens 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	; WRK mit An-/Abfahrmodus KONT und **Eckenverhalten G450 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	

Weitere Informationen

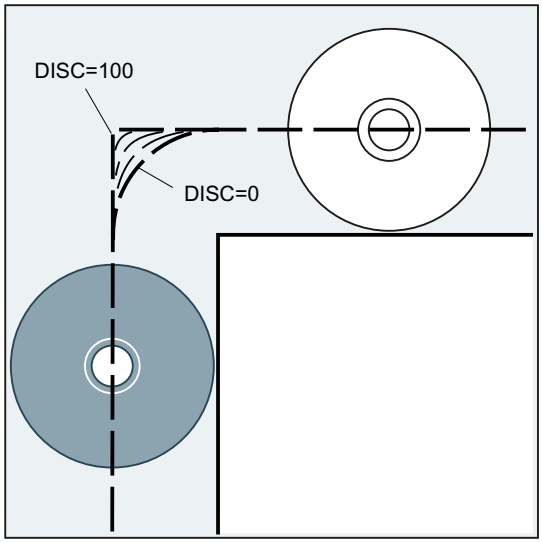
G450/G451

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 bei `G450` gehört datentechnisch zum anschließenden Fahrbefehl.

DISC

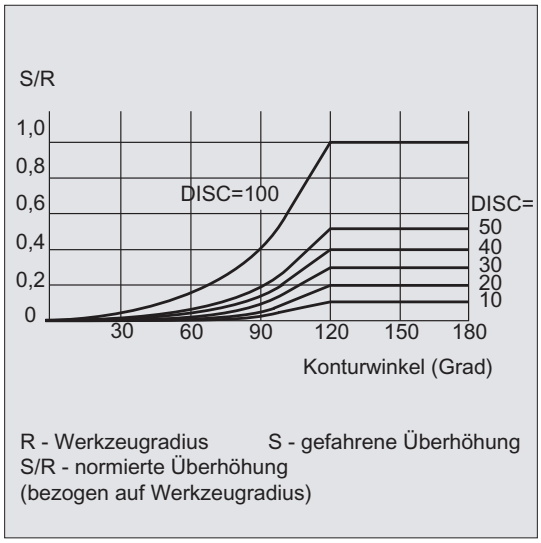
Bei Angabe von `DISC`-Werten größer 0 werden Zwischenkreise überhöht dargestellt, hierbei entstehen Übergangsellipsen bzw. Parabeln oder Hyperbeln:



Über Maschinendatum kann ein oberer Grenzwert festgelegt werden, in der Regel DISC=50.

Fahrverhalten

Bei eingeschaltetem `G450` hebt das Werkzeug bei spitzen Konturwinkeln und hohen `DISC`-Werten an den Ecken von der Kontur ab. Bei Konturwinkel ab 120° wird die Kontur gleichmäßig umfahren:



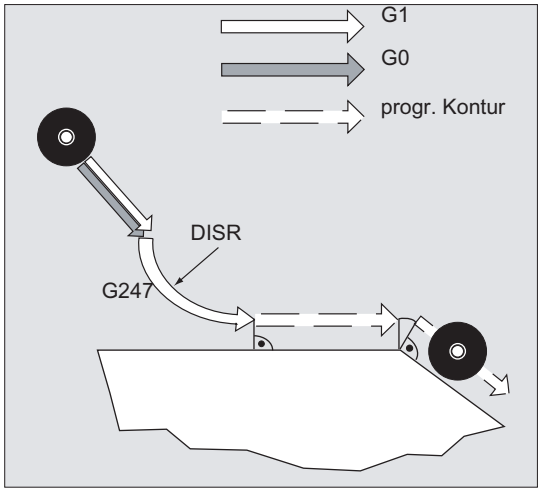
Bei eingeschaltetem `G451` können bei spitzen Konturwinkeln durch Abhebebewegungen überflüssige Leerwege des Werkzeugs entstehen. Über Maschinendatum lässt sich festlegen, dass in solchen Fällen automatisch auf Übergangskreis umgeschaltet wird.

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, DISRP, FAD, PM, PR)

Funktion

Die Funktion "Weiches An- und Abfahren (WAB)" dient dazu, im Startpunkt einer Kontur unabhängig von der Lage des Ausgangspunkts tangential anzufahren.



Die Funktion wird vorwiegend in Verbindung mit der Werkzeugradiuskorrektur eingesetzt.

Bei der Aktivierung der Funktion übernimmt die Steuerung die Aufgabe, Zwischenpunkte so zu berechnen, dass der Übergang in den Folgesatz (bzw. der Übergang vom Vorgängersatz beim Abfahren) entsprechend den angegebenen Parametern erfolgt.

Die Anfahrbewegung besteht aus maximal 4 Teilbewegungen. Der Startpunkt der Bewegung wird im Folgenden mit P_0, der Endpunkt mit P_4 bezeichnet. Dazwischen können maximal drei Zwischenpunkte P_1, P_2 und P_3 liegen. Die Punkte P_0, P_3 und P_4 sind immer definiert. Die Zwischenpunkte P_1 und P_2 können ja nach Parametrierung und geometrischen Verhältnissen entfallen. Beim Abfahren werden die Punkte in der umgekehrten Reihenfolge durchlaufen, d. h. beginnend mit P_4 und endend mit P_0.

Syntax

Weiches Anfahren:

- mit einer Geraden:

```
G147 G340/G341 ... DISR=..., DISCL=..., DISRP=... FAD=...
```

- mit einem Viertelkreis/Halbkreis:

```
G247/G347 G340/G341 G140/G141/G142/G143 ... DISR=... DISCL=... DISRP=... FAD=...
```

Weiches Abfahren:

- mit einer Geraden:

```
G148 G340/G341 ... DISR=..., DISCL=..., DISRP=... FAD=...
```

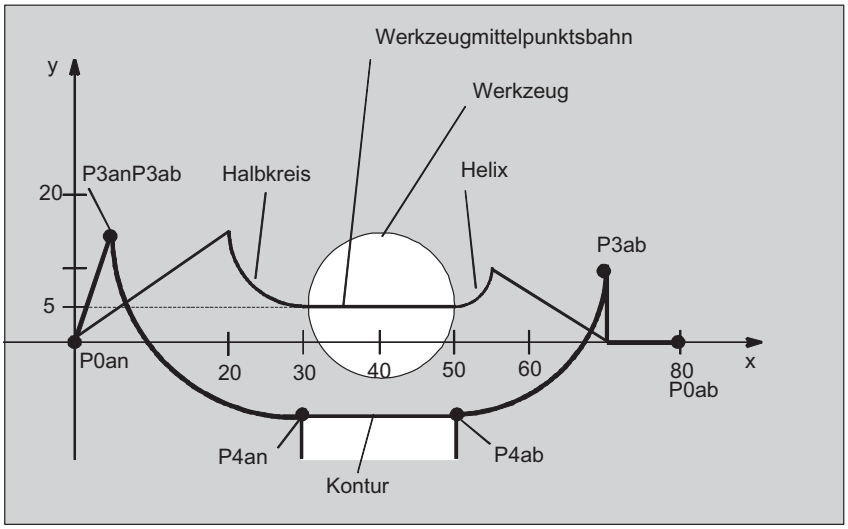
- mit einem Viertelkreis/Halbkreis:

```
G248/G348 G340/G341 G140/G141/G142/G143 ... DISR=... DISCL=... DISRP=... FAD=...
```

Bedeutung

`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 (Grundeinstellung)
`G341`:	An- und Abfahren in der Ebene
`G140`:	An- und Abfahrrichtung abhängig von der aktuellen Korrekturseite (Grundeinstellung)
`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
`DISR=...`:	1. Beim An- und Abfahren mit Geraden (G147/G148): Abstand der Fräserkante vom Startpunkt der Kontur 2. Beim An- und Abfahren mit Kreisen (G247, G347/G248, G348): Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn **Achtung:** Bei REPOS mit einem Halbkreis bezeichnet DISR den Kreisdurchmesser.
`DISCL=...`:	Abstand des Endpunkts der schnellen Zustellbewegung von der Bearbeitungsebene DISCL=AC(...) Angabe der absoluten Lage des Endpunkts der schnellen Zustellbewegung
`DISCL=AC(...)`:	Angabe der absoluten Lage des Endpunkts der schnellen Zustellbewegung
`DISRP`:	Abstand des Punkts P1 (Rückzugsebene) von der Bearbeitungsebene
`DISRP=AC(...)`:	Angabe der absoluten Lage des Punkts P1
`FAD=...`:	Geschwindigkeit der langsamen Zustellbewegung Der programmierte Wert wirkt entsprechend dem aktiven Vorschubtyp (G-Funktionsgruppe 15).
`FAD=PM(...)`:	Der programmierte Wert wird unabhängig vom aktiven Vorschubtyp als Linearvorschub (wie G94) interpretiert.
`FAD=PR(...)`:	Der programmierte Wert wird unabhängig vom aktiven Vorschubtyp als Umdrehungsvorschub (wie G95) interpretiert.

Beispiel



- Weiches Anfahren (Satz N20 aktiviert)
- Anfahrbewegung mit Viertelkreis (G247)
- Anfahrrichtung 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                               ; (P0 an)
N20 G41 G247 G341 Z0 DISCL=AC(7) DISR=10 F1500 FAD=200          ; Anfahren (P3an)
N30 G1 X30 Y-10                                                 ; (P4 an)
N40 X40 Z2
N50 X50                                                         ; (P4 ab)
N60 G248 G340 X70 Y0 Z20 DISCL=6 DISR=5 G40 F10000              ; Abfahren (P3 ab)
N70 X80 Y0                                                      ; (P0 ab)
N80 M30
```

Weitere Informationen

Wahl der An- bzw. Abfahrkontur

Die Wahl der An- bzw. Abfahrkontur erfolgt mit der entsprechenden G-Funktion aus der 2. G-Funktionsgruppe:

G147:	Anfahren mit einer Geraden
G247:	Anfahren mit einem Viertelkreis
G347:	Anfahren mit einem Halbkreis
G148:	Abfahren mit einer Geraden
G248:	Abfahren mit einem Viertelkreis
G348:	Abfahren mit einem Halbkreis

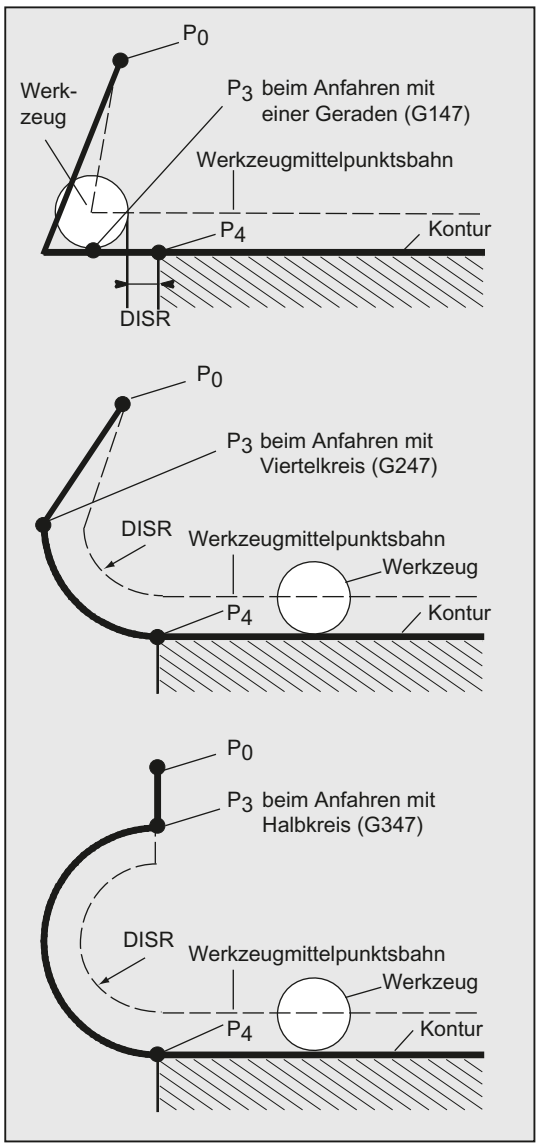


Bild 10-3 Anfahrbewegungen bei gleichzeitiger Aktivierung der Werkzeugradiuskorrektur

Wahl der An- bzw. Abfahrrichtung

Bestimmung der An- und Abfahrrichtung mit Hilfe der Werkzeugradiuskorrektur (G140, Grundeinstellung) bei positivem Werkzeugradius:

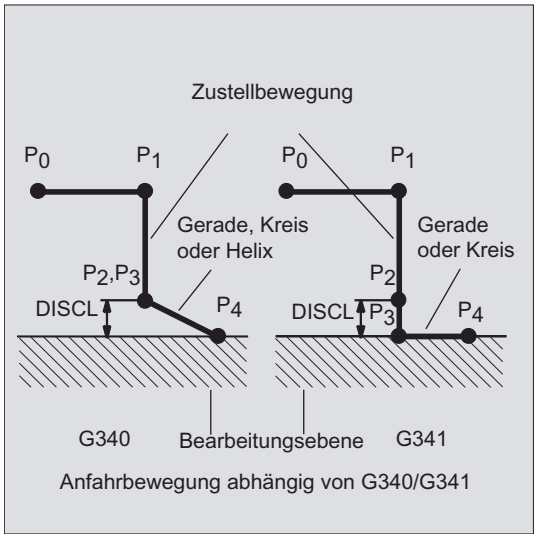
- G41 aktiv → Anfahren von links
- G42 aktiv → Anfahren von rechts

Weitere Anfahrmöglichkeiten sind mit G141, G142 und G143 gegeben.

Diese G-Funktionen sind nur dann von Bedeutung, wenn die Anfahrkontur ein Viertel- oder Halbkreis ist.

Aufteilung der Bewegung vom Start- zum Endpunkt (G340 und G341)

Die Bewegungen setzen sich in jedem Fall aus einer oder mehreren Geraden sowie abhängig von der G-Funktion zur Bestimmung der Anfahrkontur aus einer weiteren Geraden bzw. einem Viertel- oder Halbkreis zusammen. Die 2 Varianten der Wegaufteilung sind in folgendem Bild dargestellt:



G340:	Anfahren mit einer Geraden vom Punkt P_0 zum Punkt P_1. Diese Gerade ist parallel zur Bearbeitungsebene, wenn der Parameter DISRP nicht programmiert wurde. Senkrecht zur Bearbeitungsebene vom Punkt P_1 zum Punkt P_3 zustellen auf den durch den Parameter DISCL definierten Sicherheitsabstand zur Bearbeitungsebene. Anfahren des Endpunkts P4 mit der durch die G-Funktion der zweiten Gruppe bestimmten Kurve (Gerade, Kreis, Helix). Ist G247 oder G347 aktiv (Viertel- oder Halbkreis) und der Startpunkt P_3 liegt nicht in der durch den Endpunkt P_4 definierten Bearbeitungsebene, wird statt eines Kreises eine Helix eingefügt. Der Punkt P_2 ist nicht definiert bzw. er fällt mit P_3 zusammen. Die Kreisebene bzw. die Helixachse wird dabei durch die in im WAB-Satz aktive Ebene (G17/G18/G19) bestimmt, d. h. vom Folgesatz wird nicht die Starttangente selbst zur Bestimmung des Kreises verwendet, sondern deren Projektion in die aktive Ebene. Die Bewegung vom Punkt P_0 zum Punkt P_3 erfolgt in zwei Geraden mit der Geschwindigkeit, die vor dem WAB-Satz wirksam war.
G341:	Anfahren mit einer Geraden vom Punkt P_0 zum Punkt P_1. Diese Gerade ist parallel zur Bearbeitungsebene, wenn der Parameter DISRP nicht programmiert wurde. Senkrecht zur Bearbeitungsebene vom Punkt P_1 bis zu dem durch den Parameter DISCL definierten Sicherheitsabstand zur Bearbeitungsebene im Punkt P_2 zustellen. Senkrecht zur Bearbeitungsebene vom Punkt P_2 zum Punkt P_3 zustellen. Anfahren des Endpunkts mit der durch die G-Funktion der zweiten Gruppe bestimmten Kurve. P_3 und P_4 liegen in der Bearbeitungsebene, so dass bei G247 bzw. G347 nie eine Helix, sondern immer ein Kreis eingefügt wird.

In allen Fällen, in denen die Lage der aktiven Ebene G17/G18/G19 eingeht (Kreisebene, Helixachse, Zustellbewegungen senkrecht zur aktiven Ebene), wird ein eventuell aktiver drehender Frame berücksichtigt.

Länge der Anfahrgerade bzw. Radius bei Anfahrkreisen (DISR)

- 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 P2 von der Bearbeitungsebene (DISCL)

Soll die Position des Punkts 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 MD20204 $MC_WAB_CLEARANCE_TOLERANCE definierte Toleranz zugelassen.

Abstand des Punkts P1 (Rückzugsebene) von der Bearbeitungsebene (DISRP)

Soll die Position des Punkts P_1 auf der Achse senkrecht zur Bearbeitungsebene absolut angegeben werden, ist der Wert in der Form `DISRP=AC(...)` zu programmieren.

Ist dieser Parameter nicht programmiert, hat der Punkt P_1 den gleichen Abstand von der Bearbeitungsebene wie der Punkt P_0, d. h die Anfahrgerade $P_0 \rightarrow P_1$ ist parallel zur Bearbeitungsebene.

Es wird überwacht, dass der durch DISRP definierte Punkt zwischen P_0 und P_2 liegt, d. h. bei allen Bewegungen, die eine Komponente senkrecht zur Bearbeitungsebene haben (Zustellbewegungen, Anfahrbewegung von P_3 nach P_4) muss diese Komponente das gleiche Vorzeichen haben. Eine Richtungsumkehr ist nicht zugelassen. Gegebenenfalls wird ein Alarm ausgegeben.

Bei der Erkennung der Richtungsumkehr wird eine durch das Maschinendatum MD20204 $MC_WAB_CLEARANCE_TOLERANCE definierte Toleranz zugelassen. Liegt P_1 außerhalb des durch P_0 und P_2 definierten Bereichs, ist die Abweichung jedoch kleiner oder gleich dieser Toleranz, wird angenommen, dass P_1 in der durch P_0 bzw. P_2 definierten Ebene liegt.

Programmierung des Endpunkts

Der Endpunkt wird in der Regel programmiert mit X... Y... Z...

Die Programmierung des Konturendpunkts beim Anfahren unterscheidet sich wesentlich von der beim Abfahren. Die beiden Fälle werden deshalb hier getrennt behandelt.

Programmierung des Endpunktes P4 beim Anfahren

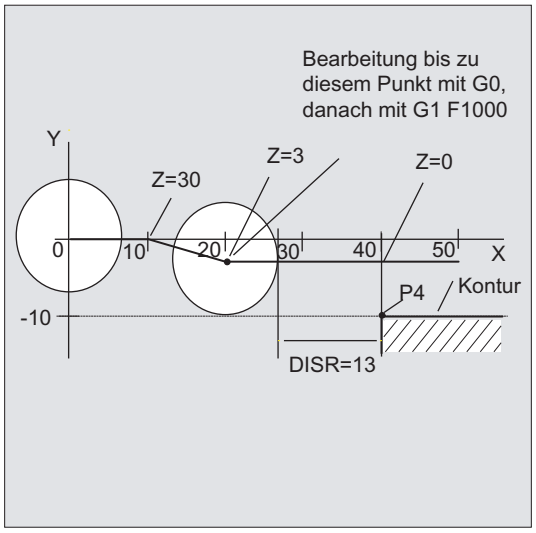
Der Endpunkt P_4 kann im WAB-Satz selbst programmiert sein. Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, P_4 durch den Endpunkt des nächsten Verfahrsatzes zu bestimmen. Zwischen WAB-Satz und nächsten Verfahrsatz können weitere Sätze ohne Bewegung der Geometrieachsen eingefügt werden.

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:
`N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 X40 Y-10 Z0 F1000`

bzw.
```
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 F1000
N40 G1 X40 Y-10 Z0
```



Programmierung des Endpunktes P0 beim Abfahren

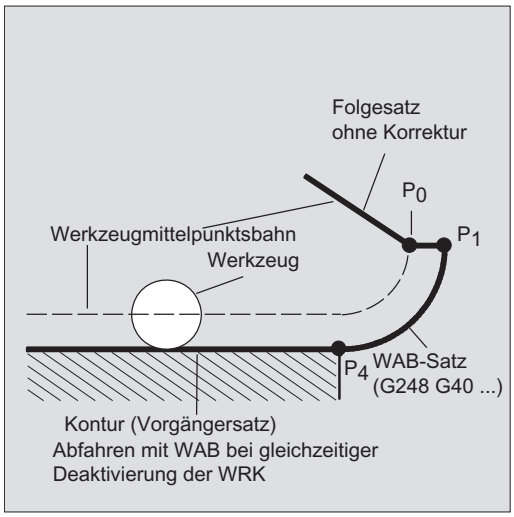
Beim Abfahren ist die Programmierung des Endpunkts der WAB-Kontur in einem Folgesatz nicht vorgesehen, d. h. die Endposition wird immer aus dem WAB-Satz selbst entnommen, unabhängig davon wie viele Achsen programmiert wurden. Bei der Bestimmung des Endpunkts sind dabei die folgenden drei Fälle zu unterscheiden:

1. Im WAB-Satz ist keine Geometrieachse programmiert. Die Kontur endet in diesem Fall im Punkt P_1 (falls DISRP programmiert ist), im Punkt P_2 (falls DISCL aber nicht DISRP programmiert ist) oder im Punkt P_3 (falls weder DICLS noch DISRP programmiert ist).

   Die Position in den Achsen, die die Bearbeitungsebene bilden, ergibt sich aus der Wegfahrkontur (Endpunkt der Geraden bzw. des Kreises). Die Achskomponente senkrecht dazu wird durch DISCL bzw. DISPR definiert. Ist in diesem Fall sowohl DISCL=0 als auch DISRP=0, verläuft die Bewegung deshalb vollständig in der Ebene, d. h. die Punkt P_0 bis P_3 fallen zusammen.
2. Im WAB-Satz ist nur die Achse senkrecht zur Bearbeitungsebene programmiert. Die Kontur endet in diesem Fall im Punkt P_0. Falls DISRP programmiert ist (d. h. die beiden Punkte P_0 und P_1 fallen nicht zusammen), verläuft die Gerade $P_1 \rightarrow P_0$ senkrecht zur Bearbeitungsebene. Die Positionen der übrigen beiden Achsen ergeben sich wie unter 1.
3. Es ist mindestens eine Achse der Bearbeitungsebene programmiert. Die eventuell fehlende zweite Achse der Bearbeitungsebene wird aus ihrer letzten Position im Vorgängersatz modal ergänzt.

Die Position der Achse senkrecht zur Bearbeitungsebene wird – abhängig davon, ob diese Achse programmiert ist oder nicht – wie unter 1. oder 2. gebildet. Die so gebildete Position definiert den Endpunkt P_0. Ist der WAB-Abfahrsatz gleichzeitig der Deaktivierungssatz der Werkzeugradiuskorrektur, so wird in den ersten beiden Fällen eine zusätzliche Wegkomponente in der Bearbeitungsebene von P_1 nach P_0 derart eingefügt, dass sich bei der Deaktivierung der Werkzeugradiuskorrektur am Ende der Wegfahrkontur keine Bewegung ergibt, d. h. dieser Punkt definiert dann nicht eine Position auf einer zu korrigierenden Kontur, sondern den Werkzeugmittelpunkt. Im Fall drei muss die Abwahl der Werkzeugradiuskorrektur nicht gesondert behandelt werden, da der programmierte Punkt P_0 bereits unmittelbar die Position des Werkzeugmittelpunkts am Ende der Gesamtkontur definiert.

Das Verhalten in den Fällen 1 und 2, d. h. bei nicht explizit programmiertem Endpunkt in der Bearbeitungsebene bei gleichzeitiger Abwahl der Werkzeugradiuskorrektur, ist in folgendem Bild dargestellt:



An- bzw. Abfahrgeschwindigkeiten

- Geschwindigkeit des Vorgängersatzes (G0)

  Mit dieser Geschwindigkeit werden alle Bewegungen von P_0 bis zu P_2 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 P_2 nach P_3

  – G340: von Punkt P_2 bzw. P_3 zum P_4

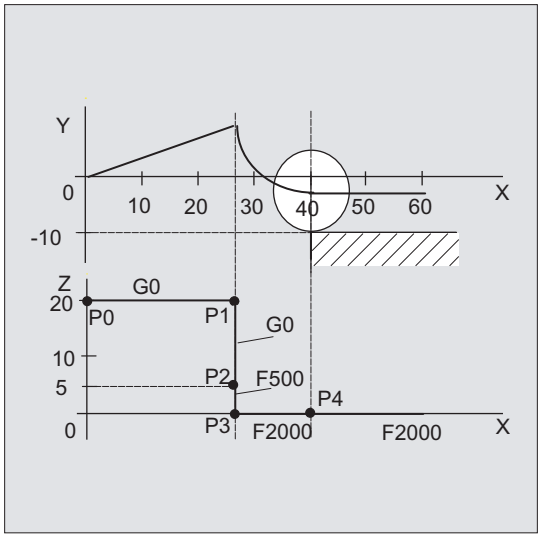
    Wird FAD nicht programmiert, wird dieser Teil der Kontur ebenfalls mit der modal wirksamen Geschwindigkeit des Vorgängersatzes, falls im WAB-Satz kein F-Wort programmiert ist, verfahren.

- Programmierter Vorschub F

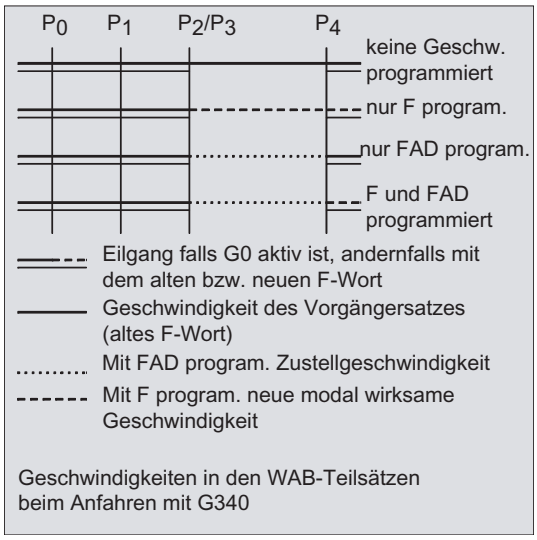
  Dieser Vorschubwert ist ab P_3 bzw. P_2 wirksam, falls FAD nicht programmiert ist. Wird im WAB-Satz kein F-Wort programmiert, wirkt die Geschwindigkeit des Vorgängersatzes.

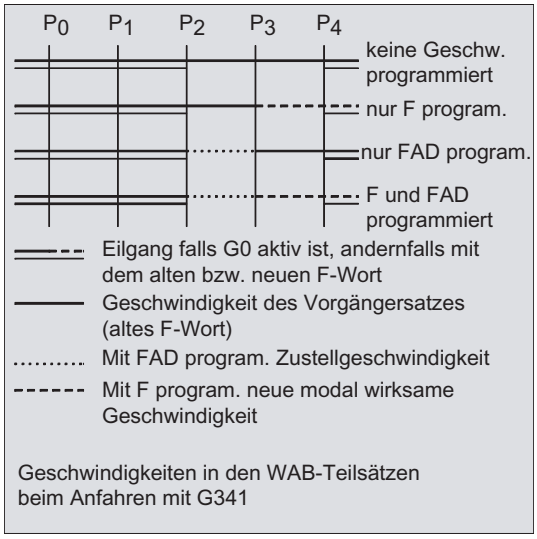
Beispiel:

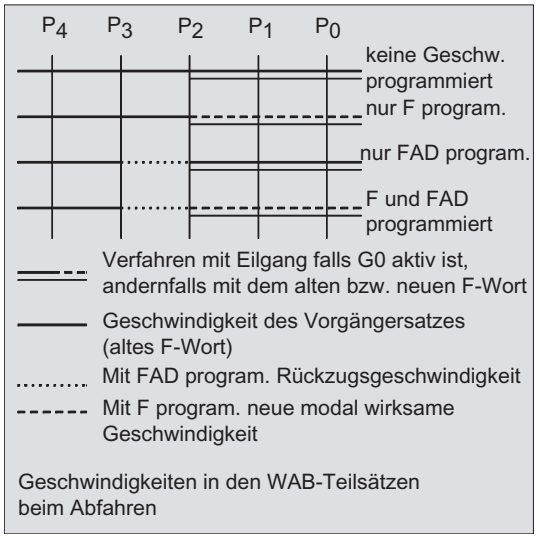
Programmcode	Kommentar
`$TC_DP1[1,1]=120`	`; Fräserwerkzeug T1/D1`
`$TC_DP6[1,1]=7`	`; Werkzeug mit 7mm Radius`
`N10 G90 G0 X0 Y0 Z20 D1 T1`	
`N20 G41 G341 G247 DISCL=AC(5) DISR=13 FAD 500 X40 Y-10 Z=0 F200`	
`N30 X50`	
`N40 X60`	
`...`	



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 P_2 bis zum P_0.







Lesen von Positionen

Die Punkte P_3 und P_4 können beim Anfahren als Systemvariable im WKS gelesen werden.

- $P_APR: Lesen von P
- $_3$ (Aufstartpunkt)
- $P_AEP: Lesen von P
- $_4$ (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 Abfahrsatz, 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:

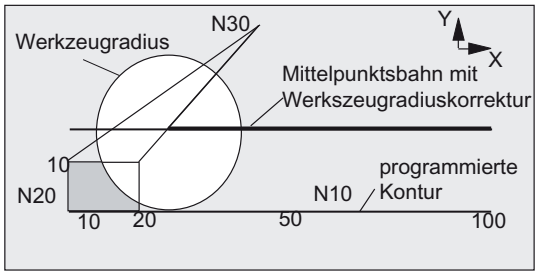


Bild 10-4 Abfahrverhalten bei G460

Syntax

```
G460
G461
G462
```

Bedeutung

G460: Wie bisher (Einschalten der Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsatz)

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-Befehls im An- bzw. Abfahrsatz bestimmt. Das Anfahrverhalten kann deshalb unabhängig vom Abfahrverhalten eingestellt werden.

Beispiele

Beispiel 1: 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 2: 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	

Weitere Informationen

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.

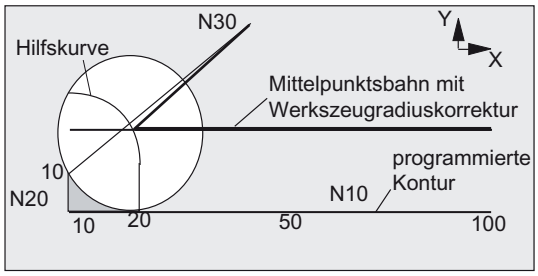


Bild 10-5 Abfahrverhalten bei G461

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.

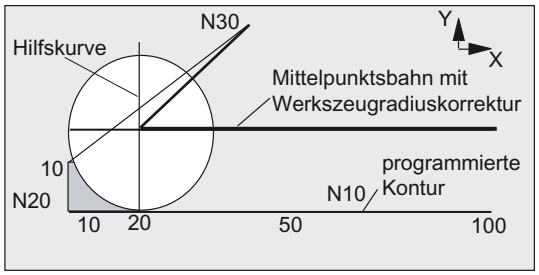
Hinweis

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 letzen 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.

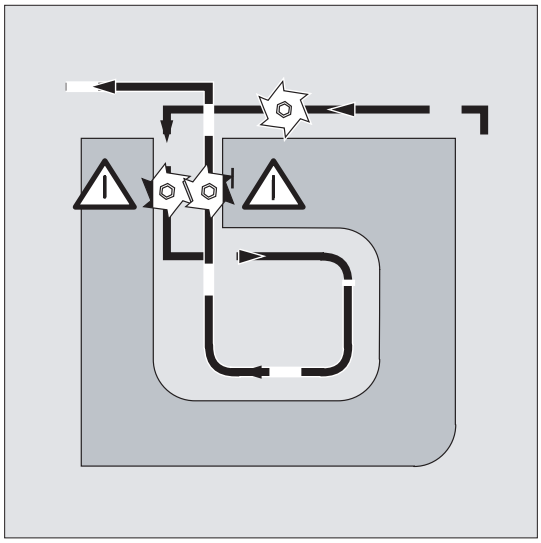
- **Endpunkt hinter der Kontur**

  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 Verfahrsatz 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 Abfahrsatzes 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** Verfahrsatz (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.

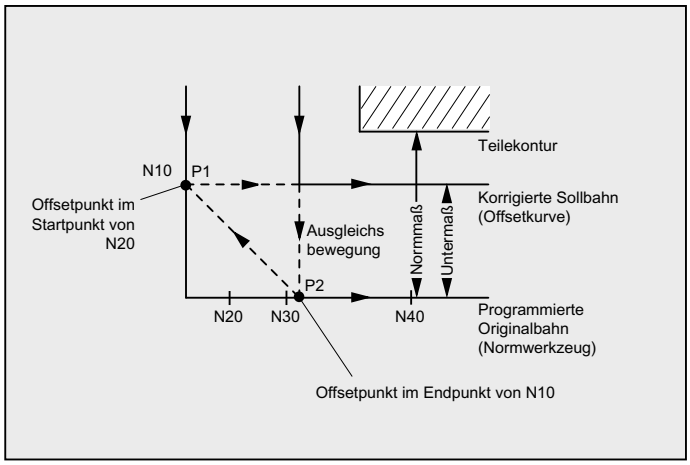


Bild 10-6 Ausgleichsbewegung bei fehlendem Schnittpunkt

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

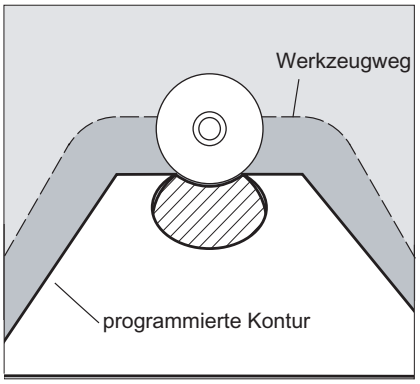
Programmtest

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.

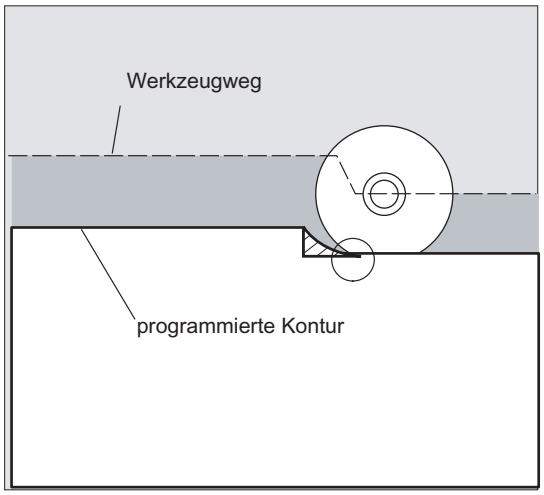
Beispiel 1: Flaschenhalserkennung



Da der Werkzeugradius für die Herstellung dieser Innenkontur zu groß gewählt wurde, wird der "Flaschenhals" umfahren.

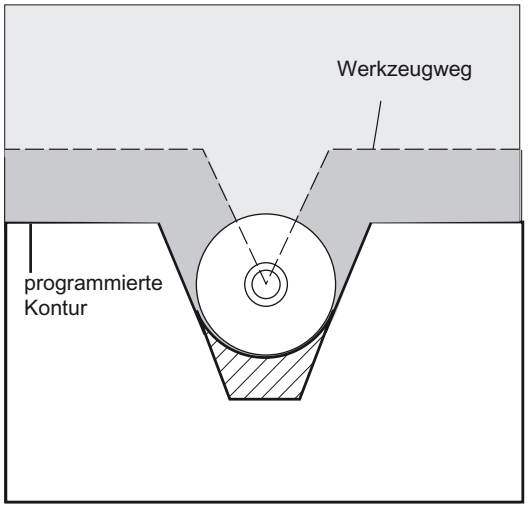
Es wird ein Alarm ausgegeben.

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.

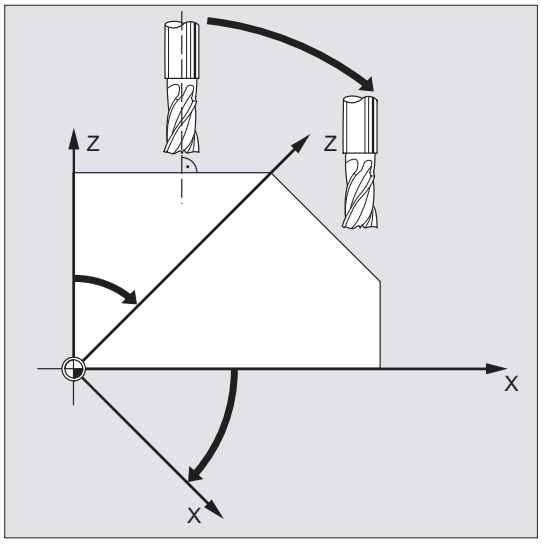
Maschinenhersteller

Der gültige Werkzeugtyp für nicht rotationssymmetrische Werkzeuge und die maximale Schneidenanzahl Dn = D1 bis D12 wird vom Maschinenhersteller über Maschinendatum festgelegt. Bitte wenden Sie sich an den Maschinenhersteller, wenn nicht alle 12 Schneiden verfügbar sind.

Weitere Informationen

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):

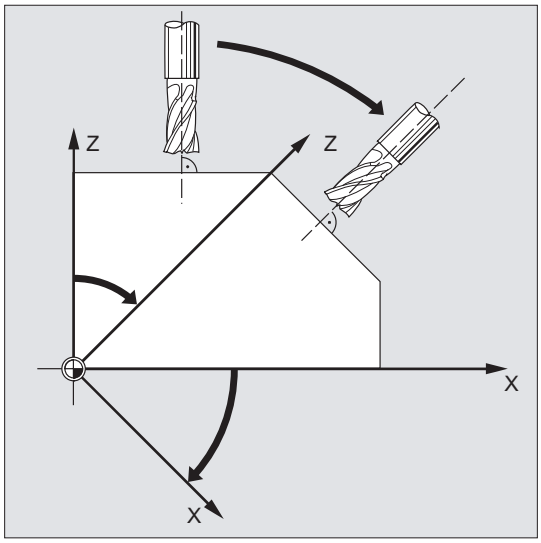
Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt in der nicht gedrehten X/Y-Ebene, die Werkzeuglängenkorrektur in Z-Richtung.

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 Korrekturebene 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 einen Teil oder alle zusammen das Konturwerkzeug. Die davor liegenden Schneiden werden ignoriert.

Literatur

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 Verfahrsätze notwendig sind, die von der Werkzeugradiuskorrektur erzeugten Konturen (Umfahrungsstrategien) jedoch nicht erwünscht sind. Sie ist unabhängig von der Art der Werkzeugradiuskorrektur ($2^1/_2$D, 3D-Stirnfräsen, 3D-Umfangsfäsen) einsetzbar.

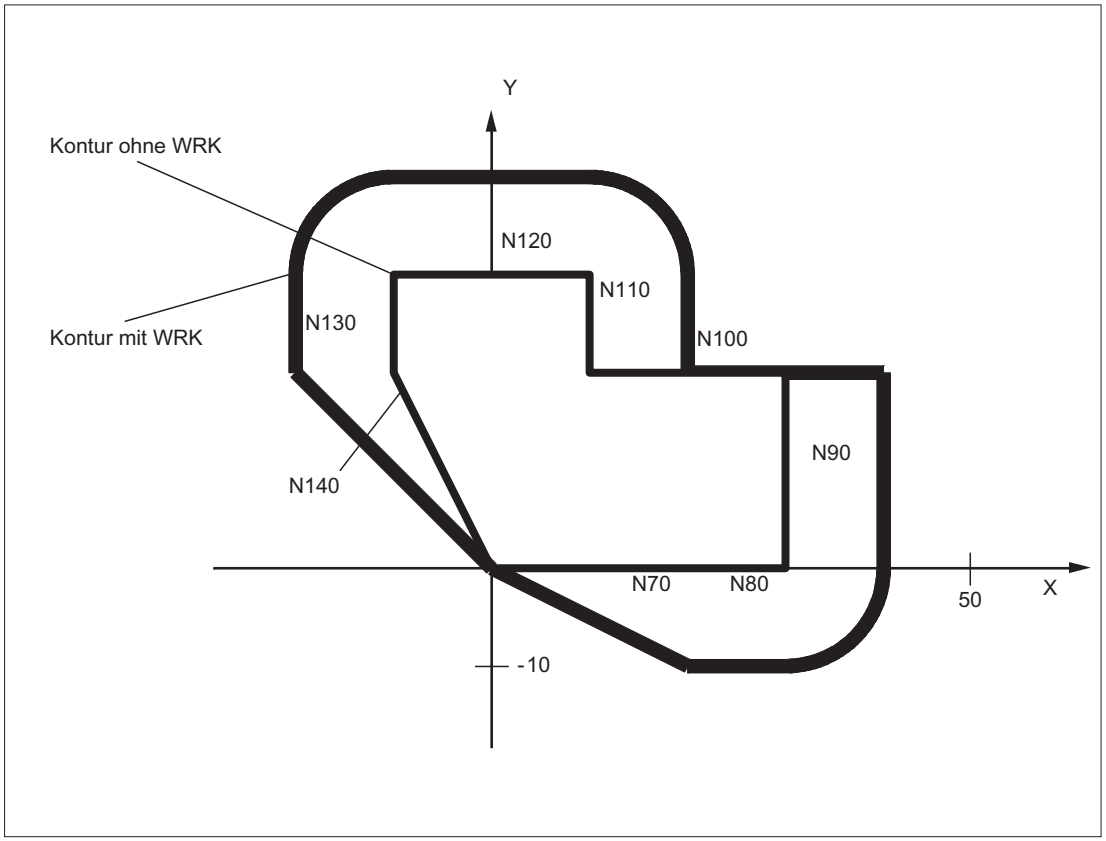
Syntax

```
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.
N120 X-10 CUTCONOF	
N130 Y20 NORM	; Kein Umfahrungskreis 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 letzen Verfahrsatz 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 Verfahrsatzes mit aktivem CUTCONON, und diesem Punkt wird ein linearer Satz eingefügt.

Kreissätze, bei denen die Kreisebene senkrecht auf der Korrekturebene steht (vertikale Kreise), werden so behandelt, als ob in ihnen CUTCONON programmiert wäre. Diese implizite Aktivierung der Korrekturunterdrückung wird im ersten Verfahrsatz, der eine Verfahrbewegung in der Korrekturebene enthält und der kein derartiger Kreis ist, automatisch rückgängig gemacht. Vertikale Kreise in diesem Sinne können nur beim Umfangsfräsen auftreten.

10.8 Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage

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:

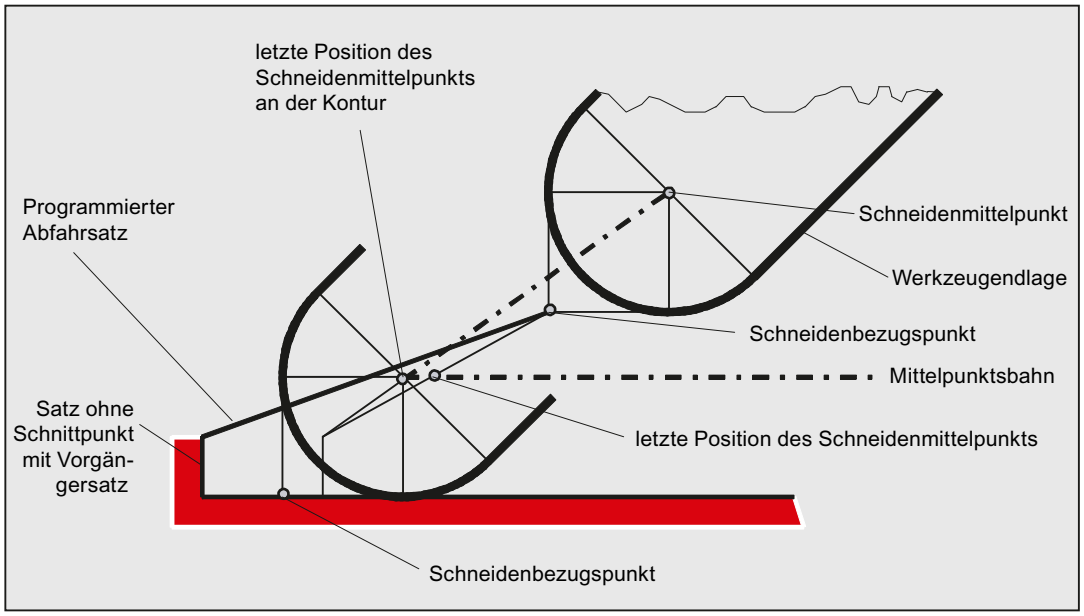
1. Vorlaufstopp bei TRANSMIT
2. Berechnung von Schnittpunkten beim An- bzw. Abfahren mit KONT
3. Wechsel eines Werkzeugs bei aktiver Werkzeugradiuskorrrektur
4. Werkzeugradiuskorrektur mit variabler Werkzeugorientierung bei Transformation

Weitere Informationen

Die 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. Abfahrsatz 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. Abfahrsatz mit einem nicht benachbarten Verfahrsatz 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

11.1 Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603)

Funktion

Genauhalt ist ein Verfahrmodus, bei dem am Ende eines jeden Verfahrsatzes alle an der Verfahrbewegung 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 Verfahrbewegung beteiligten Achsen die achsspezifischen Toleranzgrenzen für "Genauhalt fein" erreicht sind.

- "Genauhalt grob"

  Der Satzwechsel erfolgt, sobald für alle an der Verfahrbewegung beteiligten Achsen die achsspezifischen Toleranzgrenzen für "Genauhalt grob" erreicht sind.

- "Interpolator-Ende"

  Der Satzwechsel erfolgt, sobald die Steuerung für alle an der Verfahrbewegung 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**"
G602:	Befehl zum Aktivieren von Genauhalt-Kriterium "**Genauhalt grob**"
G603:	Befehl zum Aktivieren von Genauhalt-Kriterium "**Interpolator-Ende**"

Hinweis

Die Befehle zum Aktivieren der Genauhalt-Kriterien (G601 / G602 / G603) sind 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.
```

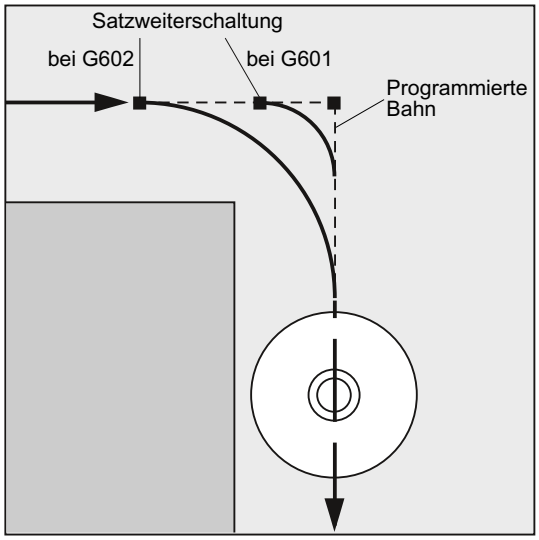
Weitere Informationen

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 - G645 wird G60 ausgeschaltet.

G601, G602



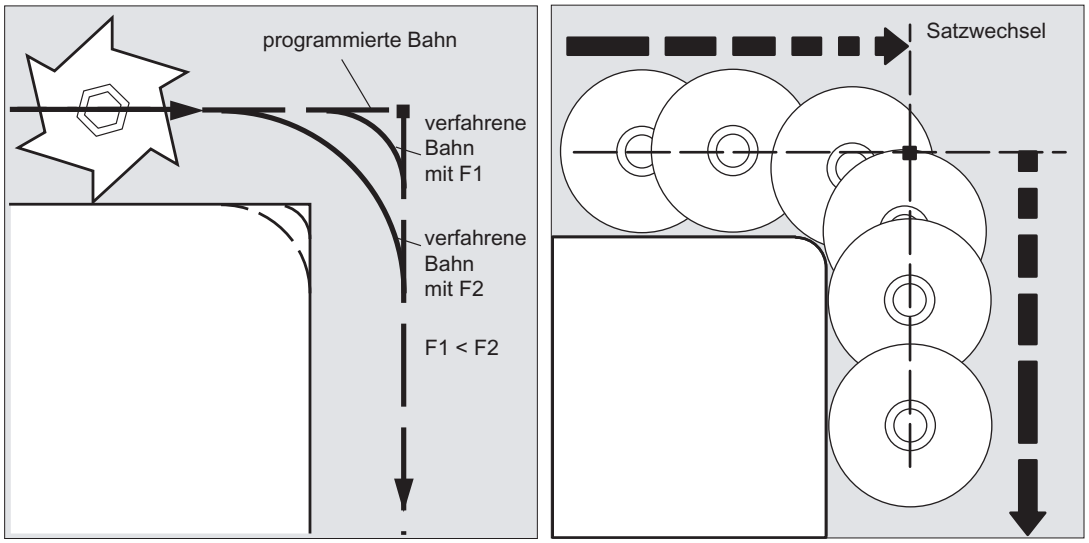
Die Bewegung wird abgebremst und am Eckpunkt kurz angehalten.

Hinweis

Die Grenzen für die Genauhalt-Kriterien sollten nur so eng wie nötig gesetzt sein. 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.



Projektiertes Genauhalt-Kriterium

Für G0 und die übrigen Befehle der 1. G-Funktionsgruppe kann kanalspezifisch hinterlegt sein, dass abweichend vom programmierten Genauhalt-Kriterium automatisch ein voreingestelltes Kriterium verwendet wird (siehe Angaben des Maschinenherstellers!).

Literatur

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt, LookAhead (B1)

11.2 Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS)

Funktion

Im Bahnsteuerbetrieb wird die Bahngeschwindigkeit am Satzende zum Satzwechsel nicht auf eine Geschwindigkeit abgebremst, die ein Erreichen des Genauhaltkriteriums ermöglicht. Ziel ist dagegen, ein größeres Abbremsen der Bahnachsen am Satzwechselpunkt zu vermeiden, um mit möglichst gleicher Bahngeschwindigkeit in den nächsten Satz zu wechseln. Um dieses Ziel zu erreichen, wird mit Anwahl des Bahnsteuerbetriebs zusätzlich die Funktion "Vorausschauende Geschwindigkeitsführung (LookAhead)" aktiviert.

Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen bedeutet, dass knickförmige Satzübergänge durch lokale Änderungen des programmierten Verlaufs tangential gestaltet bzw. geglättet werden.

Bahnsteuerbetrieb bewirkt:

- eine Verrundung der Kontur
- kürzere Bearbeitungszeiten durch fehlende Brems- und Beschleunigungsvorgänge, die für das Erreichen des Genauhaltkriteriums benötigt werden.
- bessere Schnittbedingungen durch den gleichmäßigeren Geschwindigkeitsverlauf.

Bahnsteuerbetrieb ist sinnvoll, wenn:

- eine Kontur möglichst zügig abgefahren werden soll (z. B. mit Eilgang).
- der exakte Verlauf im Rahmen eines Fehlerkriteriums vom programmierten abweichen darf, um einen durchgehend stetigen Verlauf zu erzeugen.

Bahnsteuerbetrieb ist nicht sinnvoll, wenn:

- eine Kontur exakt abgefahren werden soll.
- absolute Geschwindigkeitskonstanz erforderlich ist.

Hinweis

Der Bahnsteuerbetrieb wird durch Sätze unterbrochen, die implizit Vorlaufstopp auslösen, z. B. durch:

- Zugriff auf bestimmte Zustandsdaten der Maschine ($A...)
- Hilfsfunktionsausgaben

Syntax

```
G64 ...
G641 ADIS=…
G641 ADISPOS=…
G642 ...
G643 ...
G644 ...
G645 ...
```

Bedeutung

`G64`:	Bahnsteuerbetrieb mit Geschwindigkeitsabsenkung gemäß Überlastfaktor
`G641`:	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen nach Wegkriterium
`ADIS=...` :	Wegkriterium bei `G641` für die Bahnfunktionen `G1`, `G2`, `G3`, …
`ADISPOS=...` :	Wegkriterium bei `G641` für Eilgang `G0`
	Das Wegkriterium (= Überschleifabstand) `ADIS` bzw. `ADISPOS` beschreibt die Strecke, die der Überschleifsatz vor dem Satzende frühestens beginnen darf, bzw. die Strecke nach Satzende, in der der Überschleifsatz beendet sein muss.
	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 reduziert (bis max. 36 %).
`G642`:	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen
	In diesem Modus erfolgt das Überschleifen im Normalfall unter Einhaltung der maximal erlaubten Bahnabweichung. Anstelle dieser achsspezifischen Toleranz kann aber auch die Einhaltung der maximalen Konturabweichung (Konturtoleranz) oder der maximalen Winkelabweichung der Werkzeugorientierung (Orientierungstoleranz) konfiguriert sein.
	Hinweis: Die Erweiterung um Kontur- und Orientierungstoleranz existiert nur in Systemen mit vorhandener Option "Polynominterpolation".

G643: Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen (satzintern)

Mit G643 wird im Gegensatz zu G642 kein eigener Überschleifsatz gebildet, sondern es werden achsspezifisch satzinterne Überschleifbewegungen eingefügt. Der Überschleifweg kann für jede Achse unterschiedlich sein.

G644: Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik

Hinweis:
G644 ist bei aktiver Kinematischer Transformation nicht möglich. Es wird intern auf G642 umgeschaltet.

G645: Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen von Ecken und tangentialer Satzübergänge unter Einhaltung definierter Toleranzen

G645 arbeitet an Ecken gleich wie G642. Mit G645 werden lediglich auch bei tangentialen Satzübergängen Überschleifsätze gebildet, wenn der Krümmungsverlauf der Originalkontur in mindestens einer Achse einen Sprung aufweist.

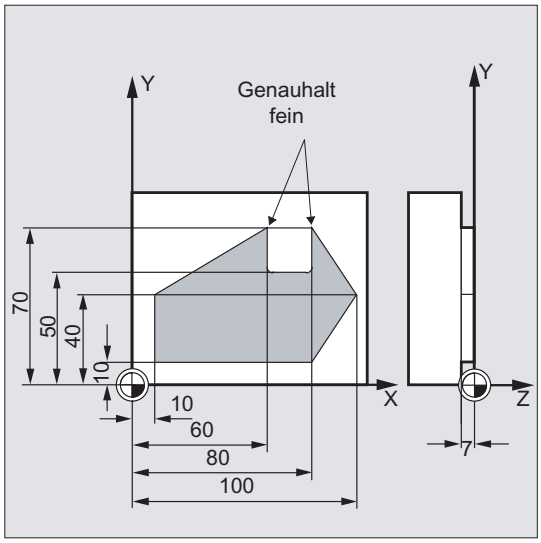
Hinweis

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 eine definierte Kontur gefahren werden soll, muss RND verwendet werden.

Hinweis

Wird eine durch G641, G642, G643, G644 oder G645 erzeugte Überschleifbewegung unterbrochen, wird beim nachfolgenden Repositionieren (REPOS) nicht der Unterbrechungspunkt angefahren, sondern der Anfangs- oder Endpunkt des originalen Verfahrsatzes (je nach REPOS-Modus).

Beispiel



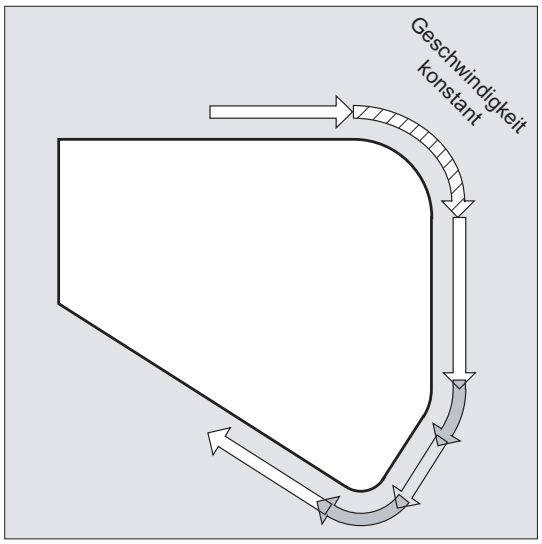
Die beiden Außenecken an der Nut sollen exakt angefahren werden. Ansonsten soll im Bahnsteuerbetrieb gefertigt werden.

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.
N60 Y50	
N70 X80	
N80 Y70	
N90 G641 ADIS=0.5 X100 Y40	; Konturübergänge werden verschliffen.
N100 X80 Y10	
N110 X10	
N120 G40 G0 X-20	; Bahnkorrektur ausschalten.
N130 Z10 M30	; Werkzeug wegfahren, Programmende.

Weitere Informationen

Bahnsteuerbetrieb G64

Im Bahnsteuerbetrieb fährt das Werkzeug bei tangentialen Konturübergängen mit möglichst konstanter Bahngeschwindigkeit (kein Abbremsen an den Satzgrenzen). Vor Ecken und Sätzen mit Genauhalt wird vorausschauend gebremst (LookAhead).



Ecken werden ebenfalls stetig umfahren. Zur Verringerung des Konturfehlers wird die Geschwindigkeit unter Berücksichtigung einer Beschleunigungsgrenze und eines Überlastfaktors entsprechend reduziert.

Hinweis

Wie stark die Konturübergänge verschliffen werden, hängt von der Vorschubgeschwindigkeit und dem Überlastfaktor ab. Der Überlastfaktor ist im MD32310 $MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR einstellbar.

Durch Setzen von MD20490 $MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS werden Satzübergänge immer unabhängig vom eingestellten Überlastfaktor überschliffen.

Um einen unerwünschten Stopp der Bahnbewegung zu vermeiden (Freischneiden!), sind folgende Punkte zu beachten:

- Hilfsfunktionen, die nach Bewegungsende oder vor der nächsten Bewegung geschaltet werden, unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb (Ausnahme: Schnelle Hilfsfunktionen).
- 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.

Zwischenprogrammierte Sätze nur mit Kommentaren, Rechensätzen oder Unterprogrammaufrufen stören den Bahnsteuerbetrieb dagegen nicht.

Hinweis

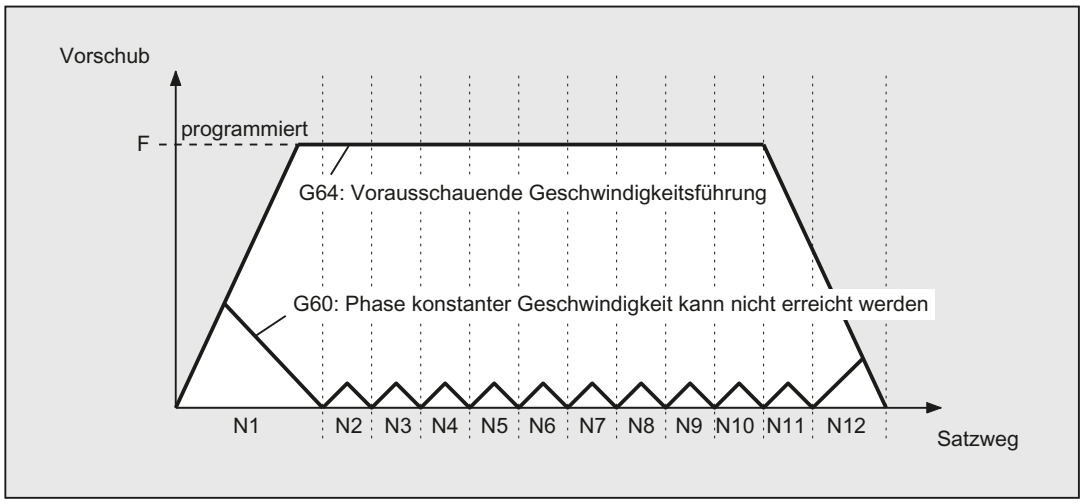
Sind nicht alle Bahnachsen in FGROUP enthalten, wird es an Satzübergängen für die nicht enthaltenen Achsen häufig einen Geschwindigkeitssprung geben, den die Steuerung durch ein Absenken der Geschwindigkeit am Satzwechsel auf den durch MD32300 $MA_MAX_AX_ACCEL und MD32310 $MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR erlaubten Wert begrenzt. Dieses Abbremsen lässt sich vermeiden, wenn man den vorgegebenen Positionszusammenhang der Bahnachsen durch ein Überschleifen aufweicht.

Vorausschauende Geschwindigkeitsführung LookAhead

Im Bahnsteuerbetrieb 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.



Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen nach Wegkriterium (G641)

Bei G641 fügt die Steuerung an Konturübergängen Übergangselemente ein. Mit dem Überschleifabstand ADIS (bzw. ADISPOS bei G0) wird angegeben, wie stark die Ecken maximal verschliffen werden dürfen. Innerhalb des Überschleifabstandes ist die Steuerung frei, den Bahnzusammenhang aufzulösen und durch einen dynamisch optimalen Weg zu ersetzen.

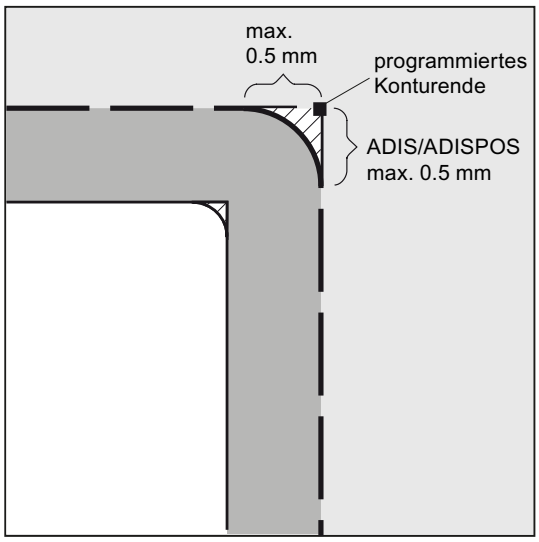
Nachteil: Für alle Achsen steht nur ein ADIS-Wert zur Verfügung.

G641 wirkt ähnlich wie RNDM, ist aber nicht auf die Achsen der Arbeitsebene beschränkt.

Wie G64 arbeitet G641 mit vorausschauender Geschwindigkeitsführung LookAhead. Überschleifsätze mit hoher Krümmung werden mit verringerter Geschwindigkeit angefahren.

Beispiel:

Programmcode	Kommentar
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.



Hinweis

Überschleifen kann und soll die Funktionen für definiertes Glätten (RND, RNDM, ASPLINE, BSPLINE, CSPLINE) nicht ersetzen.

Überschleifen mit axialer Genauigkeit bei G642

Bei G642 findet das Überschleifen nicht innerhalb eines definierten ADIS-Bereichs statt, sondern es werden die mit MD33100 $MA_COMPRESS_POS_TOL definierten axialen Toleranzen eingehalten. Der Überschleifweg wird aus dem kürzesten Überschleifweg aller Achsen bestimmt. Dieser Wert wird bei der Erzeugung eines Überschleifsatzes berücksichtigt.

Satzinternes Überschleifen bei G643

Die maximalen Abweichungen von der exakten Kontur werden beim Überschleifen mit G643 durch das Maschinendatum 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 Kontur- und Orientierungstoleranz bei G642/G643

Mit MD20480 $MC_SMOOTHING_MODE kann das Überschleifen mit `G642` und `G643` so konfiguriert werden, dass anstelle der achsspezifischen Toleranzen eine Konturtoleranz und eine Orientierungstoleranz wirksam sind.

Kontur- und Orientierungstoleranz werden eingestellt in den kanalspezifischen Settingdaten:

SD42465 $SC_SMOOTH_CONTUR_TOL (Maximale Konturabweichung)

SD42466 $SC_SMOOTH_ORI_TOL (Maximale Winkelabweichung der Werkzeugorientierung)

Die Settingdaten können im NC-Programm programmiert und dadurch für jeden Satzübergang anders vorgegeben werden. Sehr unterschiedliche Vorgaben für die Konturtoleranz und die Orientierungstoleranz können sich nur bei `G643` auswirken.

Hinweis

Die Erweiterung um Konturtoleranz und Orientierungstoleranz existiert nur in Systemen mit vorhandener Option "Polynominterpolation".

Hinweis

Für das Überschleifen unter Einhaltung der Orientierungstoleranz muss eine Orientierungstransformation aktiv sein.

Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik bei G644

Das Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik wird mit MD20480 $MC_SMOOTHING_MODE in der Tausenderstelle konfiguriert:

Wert	Bedeutung
0	Vorgabe der maximalen axialen Abweichungen mit: 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: 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.

Überschleifen tangentialer Satzübergänge bei G645

Die Überschleifbewegung bei G645 wird so festgelegt, dass alle beteiligten Achsen keinen Sprung in der Beschleunigung erfahren und die parametrierten maximalen Abweichungen zur Originalkontur (MD33120 $MA_PATH_TRANS_POS_TOL) nicht überschritten werden.

Bei knickförmigen, nicht-tangentialen Satzübergängen ist das Überschleifverhalten wie bei G642.

Keine Überschleifzwischensätze

In den folgenden Fällen wird kein Überschleifzwischensatz 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 Geometrieachsen verfährt und der Folgesatz nicht.

  – der Folgesatz Geometrieachsen 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 Teileprogrammbearbeitung verlangsamen.

  Dies tritt auf:

  – zwischen sehr kurzen Sätzen.

    Da jeder Satz mindestens einen Interpolationstakt benötigt, würde der eingefügte Zwischensatz die Bearbeitungszeit verdoppeln.

  – wenn 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 überschliffen 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
    MD20490 $MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS = TRUE gesetzt wird).

- Das Überschleifen ist nicht parametriert.

  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.

Bahnsteuerbetrieb im Eilgang G0

Auch für das Fahren im Eilgang muss eine der genannten Funktionen G60/G9 oder G64 bzw. G641 - G645 angegeben werden. Ansonsten wirkt die über Maschinendatum eingegebene Voreinstellung.

Literatur

Weitere Informationen zum Bahnsteuerbetrieb siehe:
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt, LookAhead (B1)

Koordinatentransformationen (Frames) 12

12.1 Frames

Frame

Der Frame ist eine in sich geschlossene Rechenvorschrift, die ein kartesisches Koordinatensystem in ein anderes kartesisches Koordinatensystem überführt.

Basisframe (Basisverschiebung)

Der Basisframe beschreibt die Koordinatentransformation vom Basiskoordinatensystem (BKS) in das Basis-Nullpunktsystem (BNS) und wirkt wie die einstellbaren Frames.

Siehe Basis-Koordinatensystem (BKS) (Seite 27) .

Einstellbare Frames

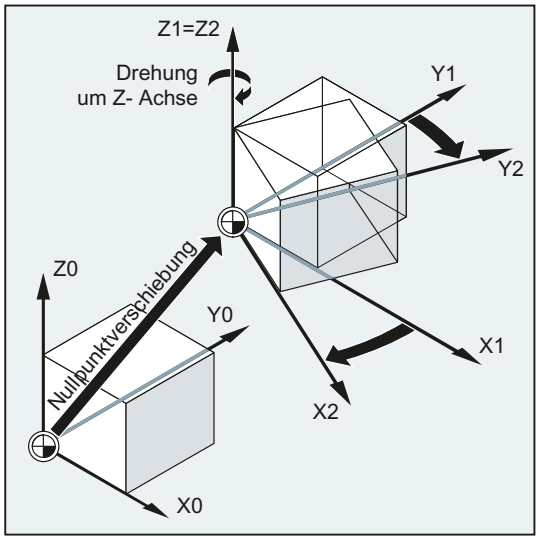
Einstellbare Frames sind die mit den Befehlen `G54` bis `G57` und `G505` bis `G599` aus jedem beliebigen NC-Programm abrufbaren einstellbaren Nullpunktverschiebungen. Die Verschiebewerte werden vom Bediener voreingestellt und im Nullpunktspeicher der Steuerung abgespeichert. Mit ihnen wird das einstellbare Nullpunktsystem (ENS) festgelegt.

Siehe:

- Einstellbares Nullpunktsystem (ENS) (Seite 30)
- Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)

Programmierbare 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 programmierbare Frames.



Siehe Frame-Anweisungen (Seite 321) .

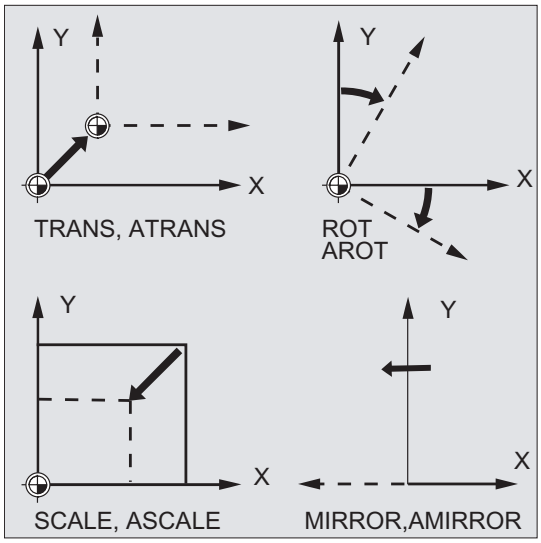
12.2 Frame-Anweisungen

Funktion

Die Anweisungen für die programmierbaren Frames gelten im aktuellen NC-Programm. Sie wirken entweder additiv oder ersetzend:

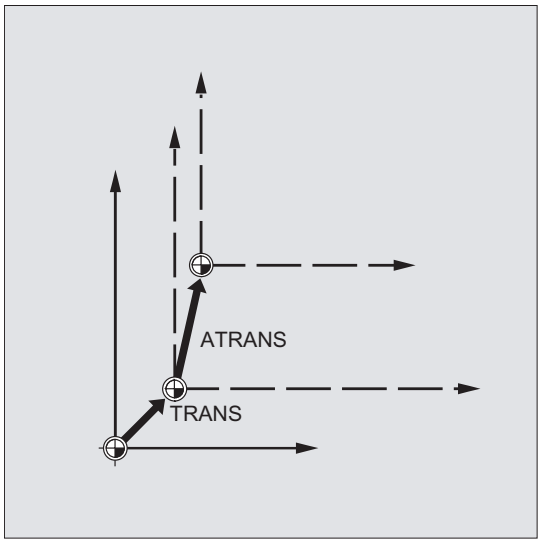
- Ersetzende Anweisung

  Löscht alle zuvor programmierten Frame-Anweisungen. Als Bezug gilt die zuletzt aufgerufene einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599).



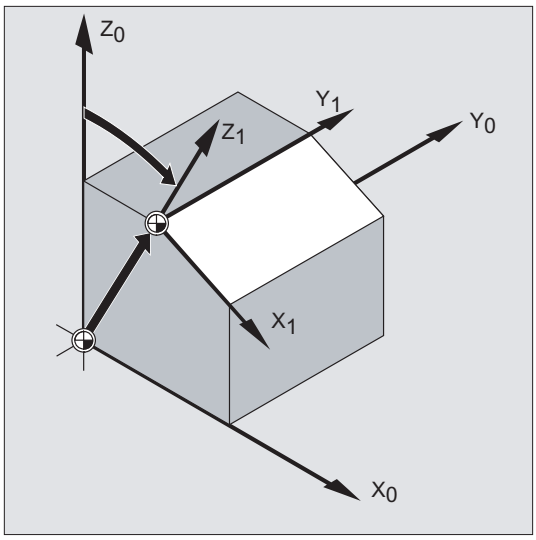
- Additive Anweisung

  Setzt auf bereits bestehenden Frames auf. Als Bezug dient der aktuell eingestellte oder über eine Frame-Anweisung zuletzt programmierte Werkstück-Nullpunkt.



Anwendungen

- Nullpunkt auf jede beliebige Position am Werkstück verschieben.
- Koordinatenachsen durch Drehung parallel zur gewünschten Arbeitsebene ausrichten.



Vorteile

In einer Aufspannung können:

- schräge Flächen bearbeitet werden.
- Bohrungen mit verschiedenen Winkeln hergestellt werden.
- Mehrseitenbearbeitungen durchgeführt werden.

Hinweis

Für die Bearbeitung in schräg liegenden Arbeitsebenen müssen, abhängig von der Maschinenkinematik, die Konventionen für Arbeitsebene und Werkzeugkorrekturen berücksichtigt werden.

Syntax

Ersetzende Anweisungen:

```
TRANS X… Y… Z…
ROT X… Y… Z…
ROT RPL=…
ROTS/CROTS X... Y...
SCALE X… Y… Z…
MIRROR X0/Y0/Z0
```

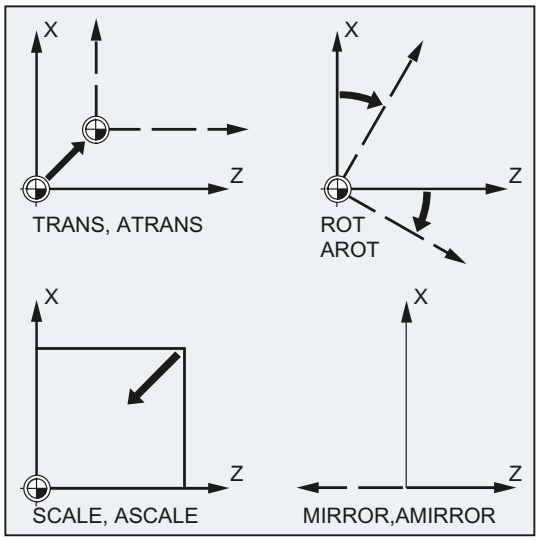
Additive Anweisungen:

```
ATRANS X… Y… Z…
AROT X… Y… Z…
AROT RPL=…
AROTS X... Y...
ASCALE X… Y… Z…
AMIRROR X0/Y0/Z0
```

Hinweis

Frame-Anweisungen werden jeweils in einem eigenen NC-Satz programmiert.

Bedeutung



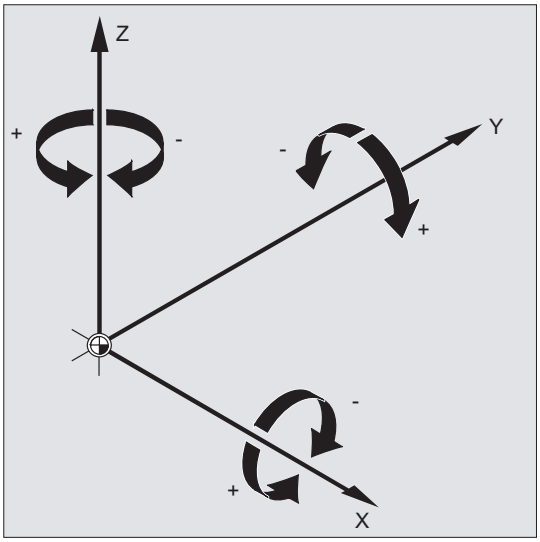
`TRANS/ATRANS`: WKS-Verschiebung in Richtung der angegebenen Geometrieachse(n)

`ROT/AROT`: WKS-Drehung:

- durch die Verkettung von Einzeldrehungen um die angegebenen Geometrieachse(n)

  oder
- um den Winkel `RPL=...` in der aktuellen Arbeitsebene (`G17`/`G18`/`G19`)

Drehrichtung:



Drehreihenfolge: mit RPY-Notation: Z, Y', X''
mit Eulerwinkel: Z, X', Z''

Wertebereich: Die Drehwinkel sind nur eindeutig in den folgenden Bereichen definiert:

mit RPY-Notation:	-180	≤	x	≤	180
	-90	<	y	<	90
	-180	≤	z	≤	180
mit Eulerwinkel:	0	≤	x	<	180
	-180	≤	y	≤	180
	-180	≤	z	≤	180

`ROTS/AROTS`: WKS-Drehung durch die Angabe von Raumwinkeln

Die Orientierung einer Ebene im Raum ist durch die Angabe zweier Raumwinkel eindeutig bestimmt. Es dürfen deshalb maximal 2 Raumwinkel programmiert werden:

```
ROTS/AROTS X... Y... / Z... X... / Y... Z...
```

`CROTS`: `CROTS` wirkt wie `ROTS`, bezieht sich aber auf das gültige Frame in der Datenhaltung.

SCALE/ASCALE:	Skalierung in Richtung der angegebenen Geometrieachse(n) zum Vergrößern/Verkleinern einer Kontur
MIRROR/AMIRROR:	WKS-Spiegelung durch Spiegelung (Richtungswechsel) der angegebenen Geometrieachse Wert: frei wählbar (hier: "0")

Hinweis

Frame-Anweisungen können einzeln angewendet oder beliebig kombiniert werden.

Hinweis

Frame-Anweisungen werden in der programmierten Reihenfolge ausgeführt.

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.

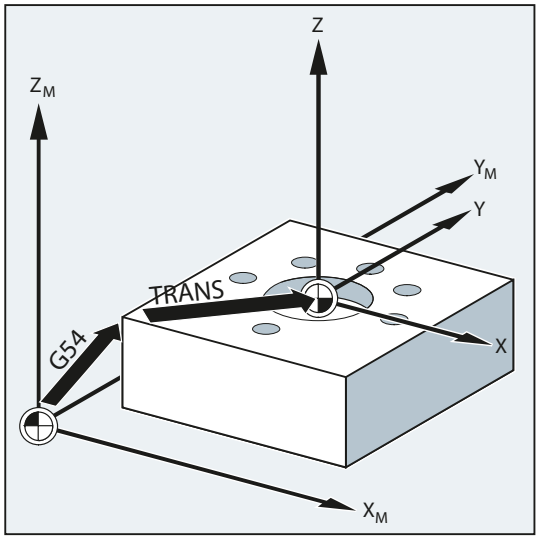
12.3 Programmierbare Nullpunktverschiebung

12.3.1 Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS)

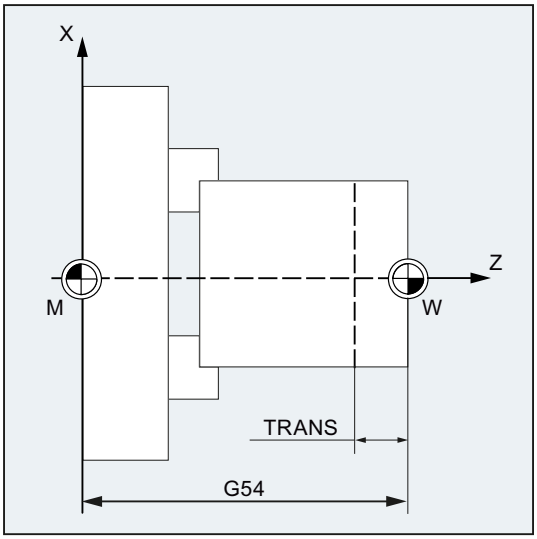
Funktion

Mit TRANS/ATRANS können für alle Bahn- und Positionierachsen Nullpunktverschiebungen in Richtung der jeweils angegebenen Achse programmiert werden. Dadurch ist es möglich, mit wechselnden Nullpunkten zu arbeiten, z. B. bei wiederkehrenden Bearbeitungsgängen an verschiedenen Werkstückpositionen.

Fräsen:



Drehen:



Syntax

```
TRANS X… Y… Z…
ATRANS X… Y… Z…
```

Hinweis

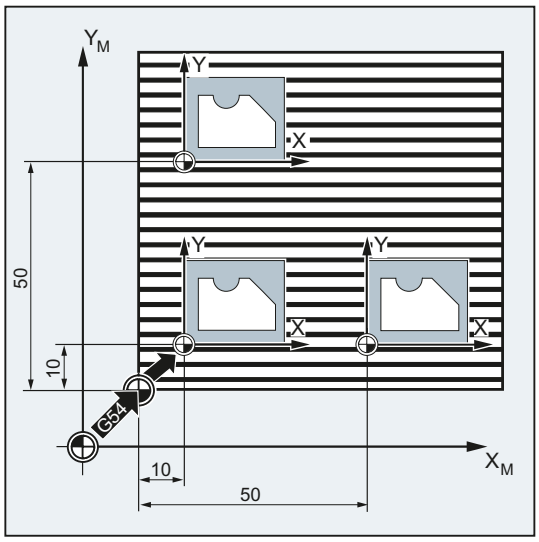
Frame-Anweisungen werden jeweils in einem eigenen NC-Satz programmiert.

Bedeutung

TRANS:	Nullpunktverschiebung absolut, bezogen auf den aktuell gültigen, mit G54 ... G57, G505 ... G599 eingestellten Werkstücknullpunkt
ATRANS:	wie TRANS, jedoch Nullpunktverschiebung additiv
X... Y... Z... :	Verschiebewerte in Richtung der angegebenen Geometrieachsen

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen



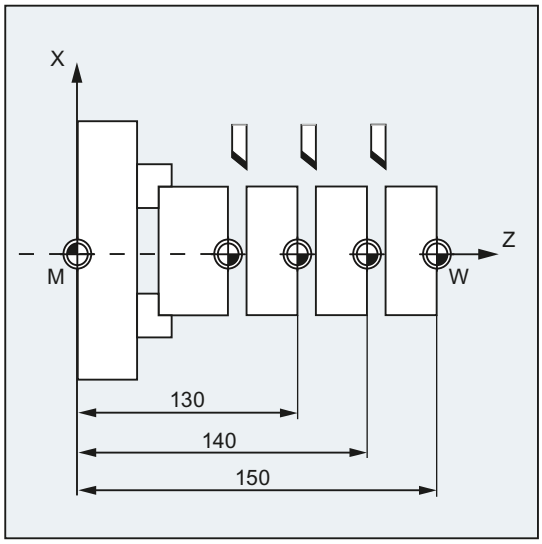
Bei diesem Werkstück kommen die gezeigten Formen in einem Programm mehrfach vor.

Die Bearbeitungsfolge für diese Form ist im Unterprogramm abgelegt.

Durch Nullpunktverschiebung werden die jeweils benötigten Werkstücknullpunkte gesetzt und dann das Unterprogramm aufgerufen.

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 2: Drehen



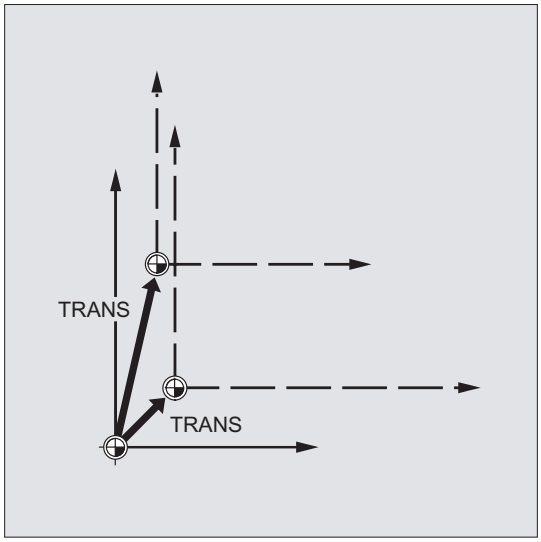

```
Programmcode                                Kommentar
N.. ...
N10 TRANS X0 Z150                           ; Absolute Verschiebung
N15 L20                                     ; Unterprogramm-Aufruf
N20 TRANS X0 Z140 (oder ATRANS Z-10)        ; Absolute Verschiebung
N25 L20                                     ; Unterprogramm-Aufruf
N30 TRANS X0 Z130 (oder ATRANS Z-10)        ; Absolute Verschiebung
N35 L20                                     ; Unterprogramm-Aufruf
N.. ...
```

Weitere Informationen

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 ... G57, G505 ... G599).

ACHTUNG
Kein Ursprungs-Frame Der Befehl `TRANS` setzt alle Frame-Komponenten des vorher gesetzten programmierbaren Frames zurück.

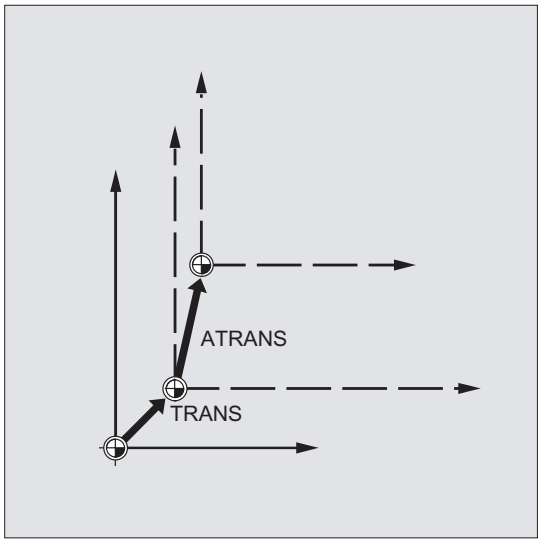


Hinweis

Eine Verschiebung, die auf bereits bestehenden Frames aufbauen soll, muss mit `ATRANS` programmiert werden.

ATRANS X... Y... Z...

Nullpunktverschiebung um die in den jeweils angegebenen Achsrichtungen programmierten Verschiebewerte. Als Bezug gilt der aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Nullpunkt.



12.3.2 Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59)

Hinweis

Bei SINUMERIK 828D haben die Befehle G58/G59 eine andere Funktionalität als bei SINUMERIK 840D sl:

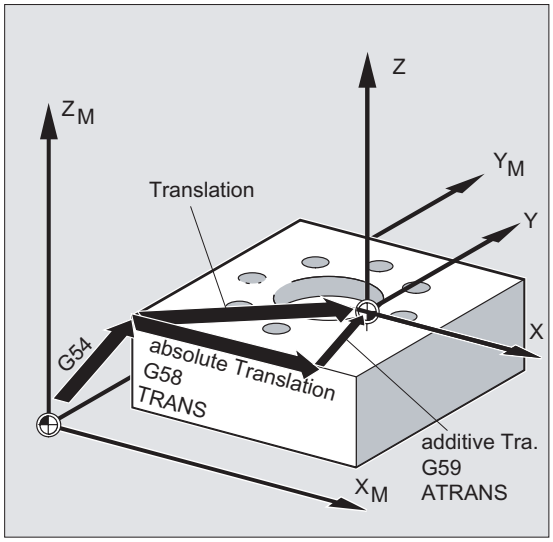
- G58: Aufruf der 5. einstellbaren Nullpunktverschiebung (entspricht dem Befehl G505 bei SINUMERIK 840D sl)
- G59: Aufruf der 6. einstellbaren Nullpunktverschiebung (entspricht dem Befehl G506 bei SINUMERIK 840D sl)

Die folgende Beschreibung von G58/G59 ist daher nur gültig für SINUMERIK 840D sl.

Funktion

Mit den Funktionen G58 und G59 können Translationsanteile der programmierbaren Nullpunktverschiebung axial ersetzt werden:

- mit G58 der absolute Translationsanteil (Grobverschiebung)
- mit G59 der additive Translationsanteil (Feinverschiebung)



Voraussetzungen

Die Funktionen G58 und G59 sind nur einsetzbar, wenn die Feinverschiebung projektiert ist (MD24000 $MC_FRAME_ADD_COMPONENTS = 1).

Syntax

```
G58 X… Y… Z… A…
G59 X… Y… Z… A…
```

Hinweis

Die ersetzenden Anweisungen `G58` und `G59` müssen jeweils in einem eigenen NC-Satz programmiert werden.

Bedeutung

`G58`:	`G58` ersetzt den absoluten Translationsanteil der programmierbaren Nullpunktverschiebung für die angegebene Achse, die additiv programmierte Verschiebung bleibt erhalten. Als Bezug gilt die zuletzt aufgerufene einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599).
`G59`:	`G59` ersetzt den additiven Translationsanteil der programmierbaren Nullpunktverschiebung für die angegebene Achse, die absolut programmierte Verschiebung bleibt erhalten.
`X… Y… Z…` :	Verschiebewerte in Richtung der angegebenen Geometrieachsen

Beispiel

```
Programmcode                Kommentar
...
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
                              + additiver Translationsanteil X5 Y5
                              → Gesamtverschiebung X25 Y15 Z10
N80 G59 X10 Y10             ; Additiver Translationsanteil X10 Y10
                              + absoluter Translationsanteil X20 Y10
                              → Gesamtverschiebung X30 Y20 Z10
...
```

Weitere Informationen

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.

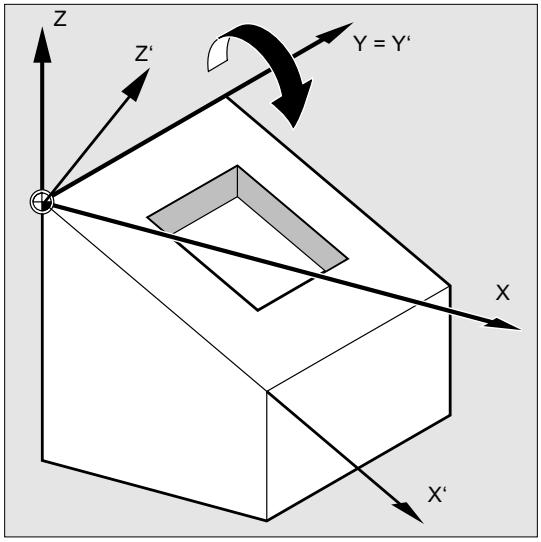
Befehl	Grob- bzw. absolute Verschiebung	Fein- bzw. additive Verschiebung	Kommentar
`TRANS X10`	10	unverändert	absolute Verschiebung für X
`G58 X10`	10	unverändert	Überschreiben der absoluten Verschiebung für X
`$P_PFRAME[X,TR]=10`	10	unverändert	progr. Versch. in X
`ATRANS X10`	unverändert	fein (alt) + 10	additive Verschiebung für X
`G59 X10`	unverändert	10	Überschreiben der additiven Verschiebung für X
`$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 den Befehlen ROT / AROT kann das Werkstückkoordinatensystem im Raum gedreht werden. Die Befehle beziehen sich ausschließlich auf den Programmierbaren Frame $P_PFRAME.



Syntax

```
ROT <1. GeoAx><Winkel> <2. GeoAx><Winkel> <3. GeoAx><Winkel>
ROT RPL=<Winkel>
AROT <1. GeoAx><Winkel> <2. GeoAx><Winkel> <3. GeoAx><Winkel>
AROT RPL=<Winkel>
```

Hinweis

Euler-Winkel

Die Drehungen des Werkstückkoordinatensystems erfolgen über Euler-Winkel. Eine ausführliche Beschreibung dazu findet sich in:

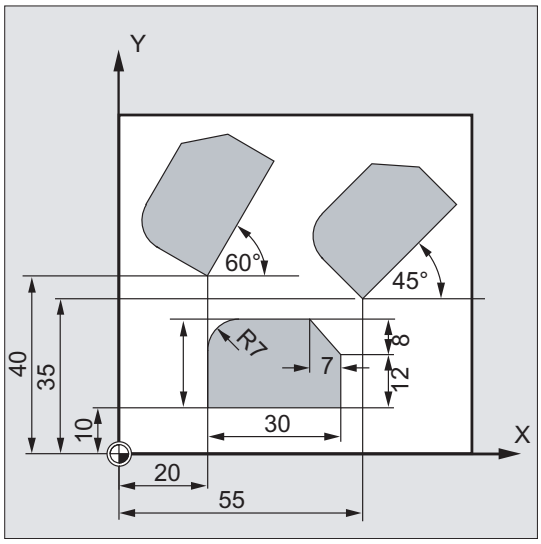
Literatur
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Kapitel "Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)" > "Frames" > "Frame-Komponenten" > "Drehung ..."

Bedeutung

Element	Beschreibung	
ROT:	Drehung absolut	
	Bezugsframe:	Programmierbarer Frame $P_PFRAME
	Bezugspunkt:	Nullpunkt des aktuellen mit G54 ... G57, G505 ... G599 eingestellten Werkstückkoordinatensystems
AROT:	Drehung additiv	
	Bezugsframe:	Programmierbarer Frame $P_PFRAME
	Bezugspunkt:	Nullpunkt des aktuellen mit G54 ... G57, G505 ... G599 eingestellten Werkstückkoordinatensystems
<n-te GeoAx>:	Bezeichner der n-ten Geometrieachse um die um den angegebenen Winkel gedreht werden soll. Für nicht programmierte Geometrieachse wird als Drehwinkel implizit der Wert 0° gesetzt.	
RPL:	Drehung um die zur aktiven Ebene (G17, G18, G19) senkrechte Geometrieachse um den angegebenen Winkel	
	Bezugsframe:	Programmierbarer Frame $P_PFRAME
	Bezugspunkt:	Nullpunkt des aktuellen mit G54 ... G57, G505 ... G599 eingestellten Werkstückkoordinatensystems
<Winkel>	Winkelangabe in Grad	
	Wertebereich:	-360° ≤ Winkel ≤ 360°

Beispiele

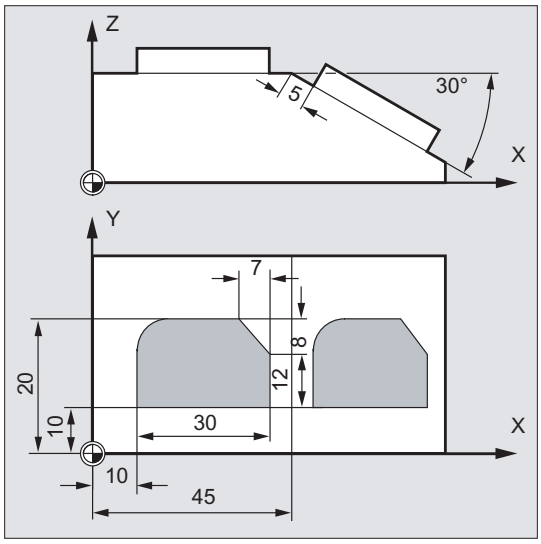
Beispiel 1: Drehung in der G17-Ebene



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	; Additive Drehung um die zur G17-Ebene
	; senkrechte Z-Achse um 45°
N60 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N70 TRANS X20 Y40	; Absolute Verschiebung (setzt alle bisherigen Verschiebungen zurück)
N80 AROT RPL=60	; Additive Drehung um die zur G17-Ebene
	; senkrechte Z-Achse um 60°
N90 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N100 G0 X100 Y100	; Wegfahren
N110 M30	; Programmende

Beispiel 2: Räumliche Drehung um die Y-Achse

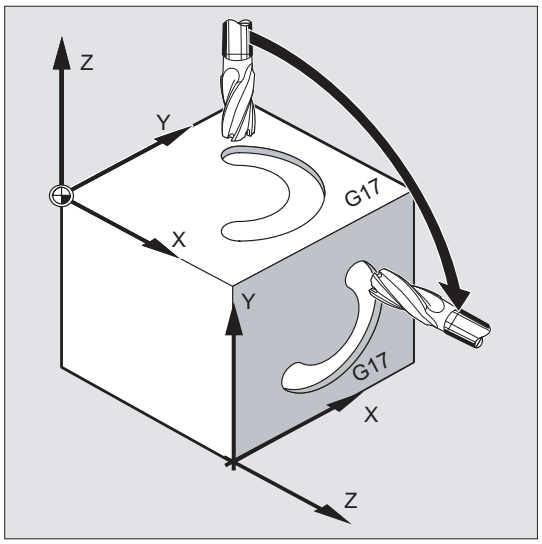


In diesem Beispiel sollen achsparallele und schräg liegende Werkstückflächen in einer Aufspannung bearbeitet werden.

Voraussetzung:
Das Werkzeug muss zur schrägen Fläche senkrecht in der gedrehten Z-Richtung ausgerichtet werden.

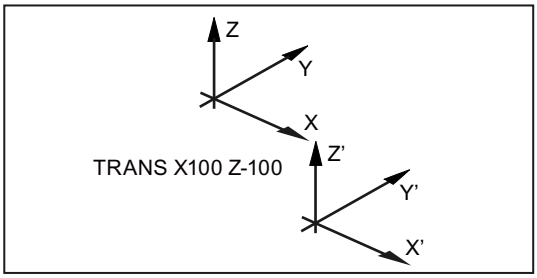
Programmcode	Kommentar
N10 G17 G54	; Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 TRANS X10 Y10	; Absolute Verschiebung
N30 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N40 ATRANS X35	; Additive Verschiebung
N50 AROT Y30	; Additive Drehung um die Y-Achse
N60 ATRANS X5	; Additive Verschiebung
N70 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N80 G0 X300 Y100 M30	; Wegfahren, Programmende

Beispiel 3: Mehrseitenbearbeitung

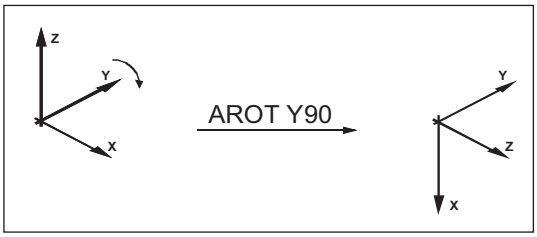


In diesem Beispiel werden in zwei senkrecht zueinander stehenden Werkstückflächen identische Formen über Unterprogramme hergestellt. Im neuen Koordinatensystem auf der rechten Werkstückfläche sind Zustellrichtung, Arbeitsebene und der Nullpunkt so eingerichtet wie in der oberen Fläche. Damit gelten weiterhin die für den Unterprogrammablauf notwendigen Bedingungen: Arbeitsebene `G17`, Koordinatenebene X/Y, Zustellrichtung Z.

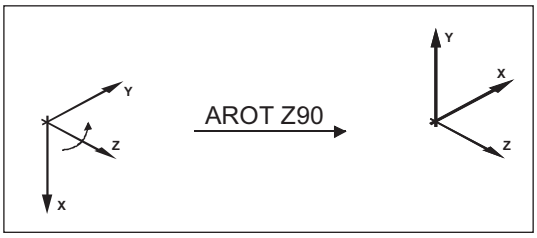
Programmcode	**Kommentar**
N10 G17 G54	; Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N30 TRANS X100 Z-100	; Absolute Verschiebung des WKS



N40 AROT Y90	; Additive Drehung des WKS um Y um 90°



N50 AROT Z90	; Additive Drehung des WKS um Z um 90°

Programmcode	Kommentar
	
N60 L10	; Unterprogramm-Aufruf
N70 G0 X300 Y100 M30	; Wegfahren, Programmende

Weitere Informationen

Drehung in der aktiven Ebene

Bei Programmierung mittels `RPL=…` wird das WKS wird um die zur aktiven Ebene senkrechte Achse gedreht.

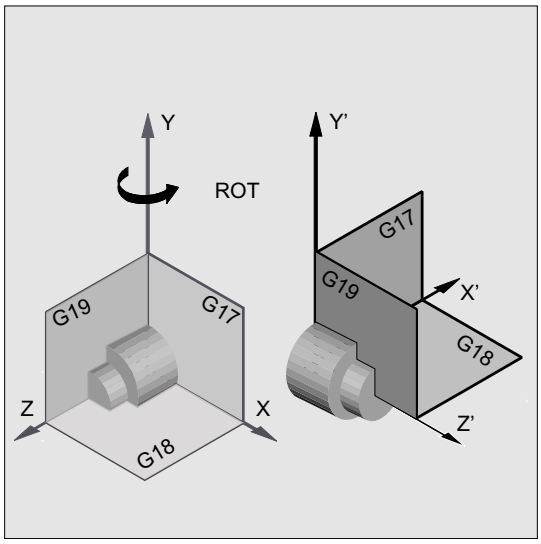


Bild 12-1 Drehung um die Y-Achse bzw. in der G18-Ebene

⚠ WARNUNG

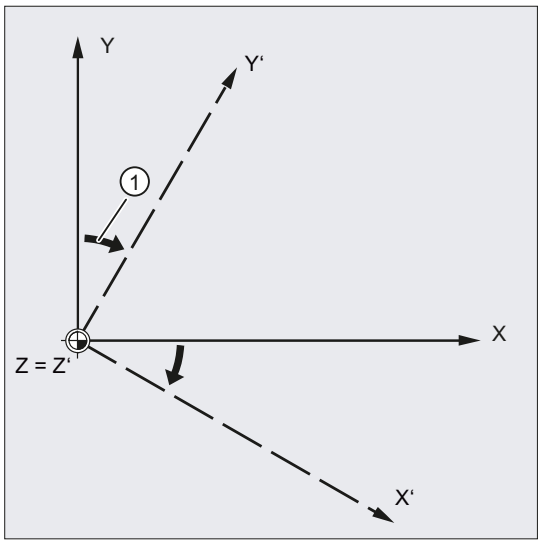
Ebenenwechsel

Wird nach einer Drehung ein Ebenenwechsel (`G17`, `G18`, `G19`) programmiert, bleiben die aktuellen Drehwinkel der jeweiligen Achsen erhalten und wirken auch in der neuen Ebene. Es wird daher dringend empfohlen, vor einem Ebenenwechsel die aktuellen Drehwinkel auf 0 zurückzusetzen:

- `N100 ROT X0 Y0 Z0 ; explizite Winkelprogrammierung`
- `N100 ROT ; implizite Winkelprogrammierung`

Absolute Drehung mit ROT X... Y... Z...

Das WKS wird um die angegebenen Achsen auf die programmierten Drehwinkel gedreht.

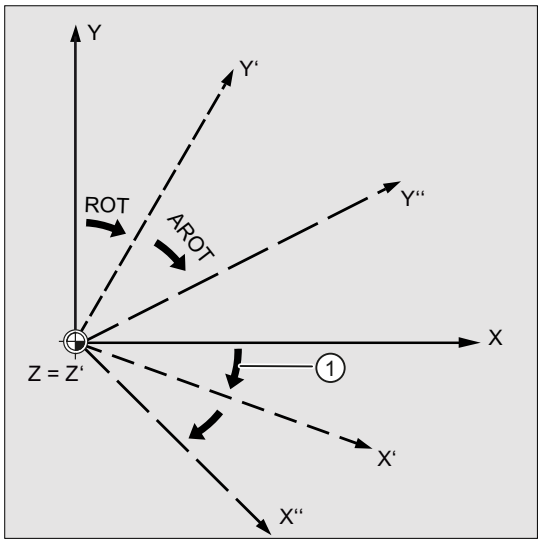


① Drehwinkel

Bild 12-2 Absolute Drehung um die Z-Achse

Additive Drehung mit AROT X... Y... Z...

Das WKS wird um die angegebenen Achsen um die programmierten Drehwinkel weiter gedreht.



① Drehwinkel

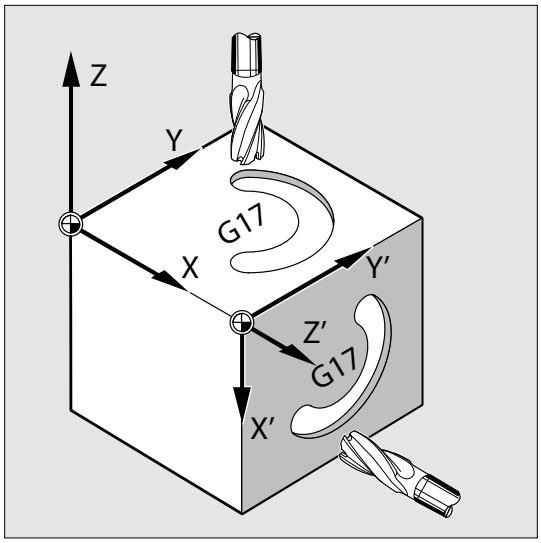
Bild 12-3 Absolute und additive Drehung um die Z-Achse

Drehung der Arbeitsebene

Bei einer Drehung mittels ROT / AROT dreht sich die Arbeitsebene (G17, G18, G19) mit.

Beispiel: Arbeitsebene G17
Das WKS liegt auf der Deckfläche des Werkstücks. Durch Verschiebung und Drehung wird das Koordinatensystem in eine der Seitenflächen verschoben. Die Arbeitsebene G17 dreht sich mit. Hierdurch können Verfahrbewegungen in der G17-Ebene weiterhin über X und Y und Zustellungen über Z programmiert werden.

Voraussetzung:
Das Werkzeug muss senkrecht zur Arbeitsebene stehen und die positive Richtung der Zustellachse zeigt in Richtung Werkzeugaufnahme.
Durch Angabe von CUT2DF wirkt die Werkzeugradiuskorrektur in der gedrehten Ebene.



12.5 Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS)

Funktion

Mit den Befehlen ROTS, AROTS und CROTS können Drehungen des Werkstückkoordinatensystems in Raumwinkeln angegeben werden. Raumwinkel sind die Winkel, welche die Schnittgeraden der gewünschten, im Raum gedrehten Ebene, mit den Hauptebenen des noch nicht gedrehten WKS bilden.

Hinweis

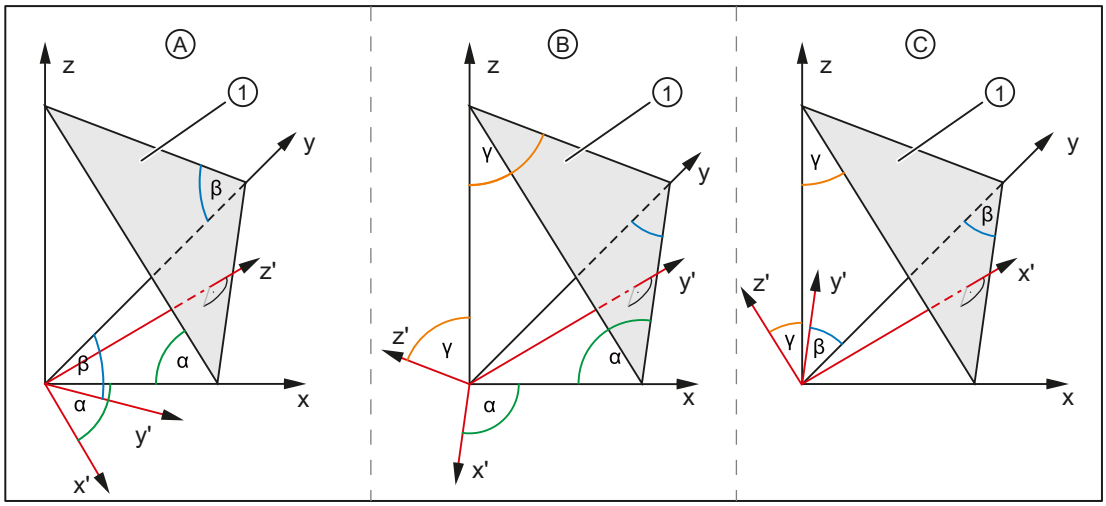
Geometrieachsbezeichner

Beispielhaft wird für die weitere Beschreibung folgende Festlegung getroffen:

- 1. Geometrieachse: X
- 2. Geometrieachse: Y
- 3. Geometrieachse: Z

Beispielhaft bewirkt, wie im folgenden Bild dargestellt, die Programmierung `ROTS Xα Yβ` ein Ausrichten der G17-Ebene des WKS parallel zur dargestellten schrägen Ebene. Die Lage des Nullpunkts des WKS bleibt dabei unverändert.

Die Orientierung des gedrehten WKS wird so festgelegt, dass die erste gedrehte Achse in der Ebene liegt, die durch diese und die 3. Achse des ursprünglichen Koordinatensystems aufgespannt wird. Im Beispiel: X' liegt in der ursprünglichen X/Z-Ebene.



①	Schräge Ebene
α, β, γ	Raumwinkel
A	Neue Ebene G17' parallel zur schrägen Ebene: - 1. Drehung von x um y um den Winkel α - 2. Drehung von y um x' um den Winkel β
B	Neue Ebene G18' parallel zur schrägen Ebene: - 1. Drehung von z um x um den Winkel γ - 2. Drehung von x um z' um den Winkel α
C	Neue Ebene G19' parallel zur schrägen Ebene: - 1. Drehung von y um z um den Winkel β - 2. Drehung von z um y' um den Winkel γ

Syntax

Festlegungen

Die Lage einer Ebene im Raum ist durch zwei Raumwinkel eindeutig bestimmt. Durch Angabe eines dritten Raumwinkels wäre die Ebene überbestimmt. Sie ist daher nicht zulässig.

Bei Programmierung nur eines Raumwinkels erfolgt die Drehung des WKS identisch zu `ROT`, `AROT` (siehe Kapitel "Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL) (Seite 333)").

Durch die beiden programmierten Achsen wird eine Ebene gemäß den Ebenendefinitionen für `G17`, `G18`, `G19` festgelegt. Dadurch ist die Reihenfolge der Koordinatenachsen (1. Achse / 2. Achse der Ebene) bzw. die Reihenfolge der Drehungen um die Raumwinkel festgelegt:

Ebene	1. Achse	2. Achse
G17	X	Y
G18	Z	X
G19	Y	Z

Ausrichtung der G17-Ebene ⇒ Raumwinkel für X und Y

- 1. Drehung: X um Y um den Winkel α
- 2. Drehung: Y um X' um den Winkel β
- Orientierung: X' liegt in der ursprünglichen Z/X-Ebene.

```
ROTS  X<α> Y<β>
AROTS X<α> Y<β>
CROTS X<α> Y<β>
```

Ausrichtung der G18-Ebene ⇒ Raumwinkel für Z und X

- 1. Drehung: Z um X um den Winkel γ
- 2. Drehung: X um Z' um den Winkel α
- Orientierung: Z' liegt in der ursprünglichen Y/Z-Ebene

```
ROTS  Z<γ> X<α>
AROTS Z<γ> X<α>
CROTS Z<γ> X<α>
```

Ausrichtung der G19-Ebene ⇒ Raumwinkel für Y und Z

- 1. Drehung: Y um Z um den Winkel β
- 2. Drehung: Z um Y' um den Winkel γ
- Orientierung: Y' liegt in der ursprünglichen X/Y-Ebene.

```
ROTS  Y<β> Z<γ>
AROTS Y<β> Z<γ>
CROTS Y<β> Z<γ>
```

Bedeutung

ROTS:	Frame-Drehungen mit Raumwinkeln absolut, Bezugsframe: Programmierbarer Frame $P_PFRAME
AROTS:	Frame-Drehungen mit Raumwinkeln additiv; Bezugsframe: Programmierbarer Frame $P_PFRAME
CROTS:	Frame-Drehungen mit Raumwinkeln absolut, Bezugsframe: programmierter Frame $P_...
X, Y, Z:	Geometrieachsbezeichner (siehe oben Hinweis: Geometrieachsbezeichner)
α, β, γ:	Raumwinkel bezogen auf die entsprechende Geometrieachse: • α → X • β → Y • γ → Z

12.6 Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE)

Funktion

Mit SCALE/ASCALE können für alle Bahn-, Synchron- und Positionierachsen Maßstabsfaktoren zum Vergrößern oder Verkleinern in Richtung der jeweils angegebenen Achsen programmiert werden. Dadurch ist es möglich, geometrisch ähnliche Formen oder unterschiedliche Schwundmaße bei der Programmierung zu berücksichtigen.

Syntax

```
SCALE X… Y… Z…
ASCALE X… Y… Z…
```

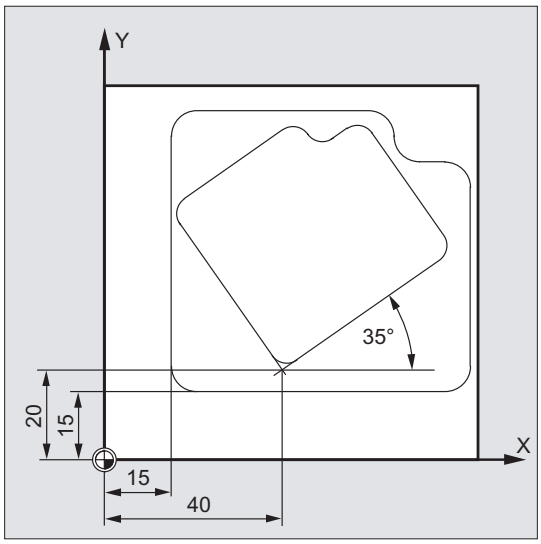
Hinweis

Frame-Anweisungen werden jeweils in einem eigenen NC-Satz programmiert.

Bedeutung

SCALE:	Vergrößern / Verkleinern absolut, bezogen auf das aktuell gültige, mit G54 ... G57, G505 ... G599 eingestellte Koordinatensystem
ASCALE:	Vergrößern/Verkleinern additiv, bezogen auf das aktuell gültige eingestellte oder programmierte Koordinatensystem
X… Y… Z… :	Maßstabsfaktoren in Richtung der angegebenen Geometrieachsen

Beispiel



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 werden die jeweils benötigten Werkstücknullpunkte gesetzt, durch Skalierung wird die Kontur verkleinert und dann wieder das Unterprogramm aufgerufen.

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

Weitere Informationen

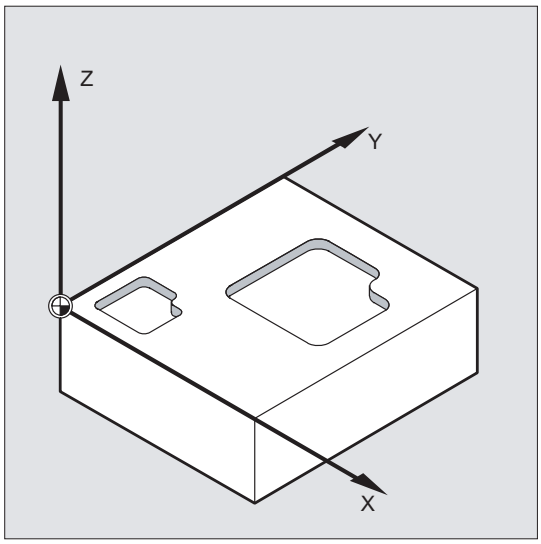
SCALE X... Y... Z...

Für jede Achse kann ein eigener Maßstabsfaktor angegeben werden, um den vergrößert oder verkleinert werden soll. Die Skalierung bezieht sich auf das mit G54 ... G57, G505 ... G599 eingestellte Werkstückkoordinatensystem.

ACHTUNG

Kein Ursprungs-Frame

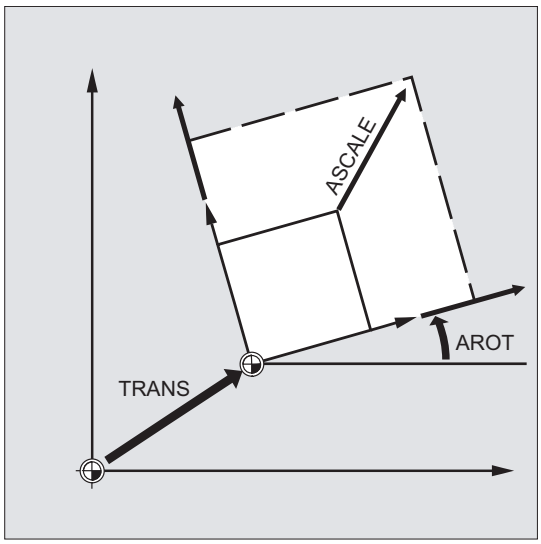
Der Befehl SCALE setzt alle Frame-Komponenten des vorher gesetzten programmierbaren Frames zurück.



ASCALE X... Y... Z...

Eine Maßstabsveränderung, die auf bereits bestehenden Frames aufbauen soll, wird mit ASCALE programmiert. 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.



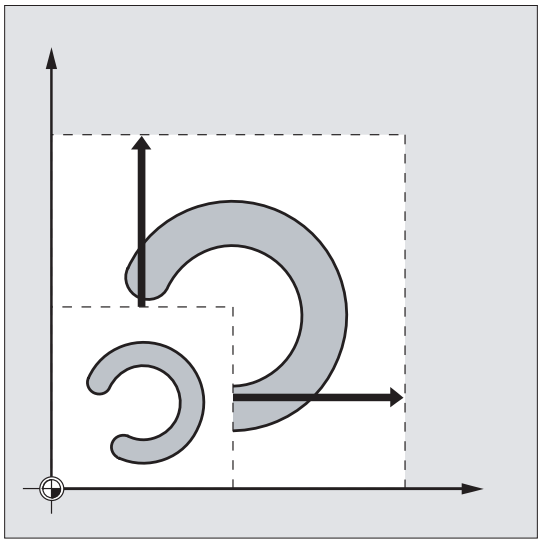
Skalierung und Verschiebung

Hinweis

Wenn nach SCALE eine Verschiebung mit ATRANS programmiert wird, dann werden die Verschiebewerte ebenfalls skaliert.

Unterschiedliche Maßstabsfaktoren

ACHTUNG
Kollisionsgefahr Vorsicht mit unterschiedlichen Maßstabsfaktoren! Kreisinterpolationen können z. B. nur mit den gleichen Faktoren skaliert werden.



Hinweis

Für die Programmierung verzerrter Kreise können unterschiedliche Maßstabsfaktoren jedoch gezielt eingesetzt werden.

12.7 Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR)

Funktion

Mit MIRROR/AMIRROR können Werkstückformen an Koordinatenachsen gespiegelt werden. Alle Fahrbewegungen, die danach z. B. im Unterprogramm programmiert sind, werden gespiegelt ausgeführt.

Syntax

```
MIRROR X... Y... Z...
AMIRROR X... Y... Z...
```

Hinweis

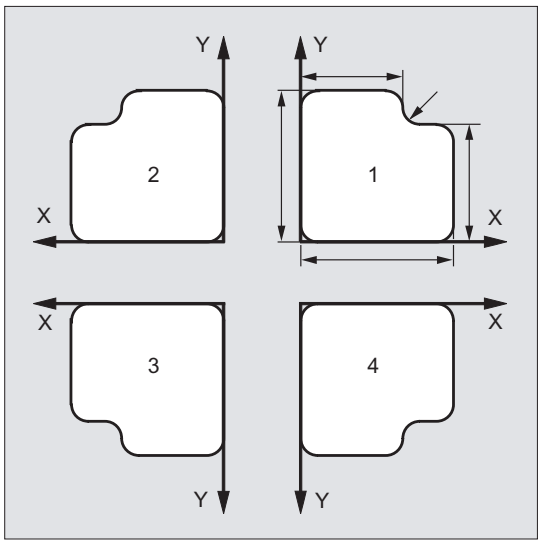
Frame-Anweisungen werden jeweils in einem eigenen NC-Satz programmiert.

Bedeutung

MIRROR:	Spiegeln absolut, bezogen auf das aktuell gültige, mit G54 ... G57, G505 ... 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.

Beispiele

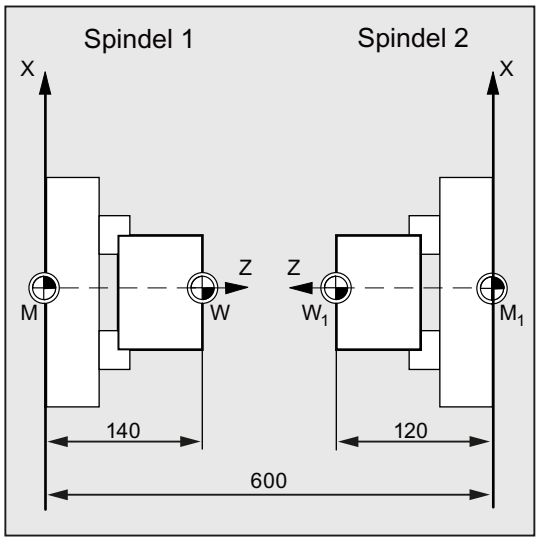
Beispiel 1: Fräsen



Die hier gezeigte Kontur wird einmal als Unterprogramm programmiert. Die drei weiteren Konturen werden durch Spiegelung erzeugt. 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 2: Drehen



Die eigentliche Bearbeitung wird als Unterprogramm abgelegt, die Abarbeitung an der jeweiligen Spindel durch Spiegelungen und Verschiebungen realisiert.

Programmcode	Kommentar
N10 TRANS X0 Z140	; Nullpunktverschiebung auf W
...	; 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
...	; Bearbeitung der 2. Seite mit Spindel 2

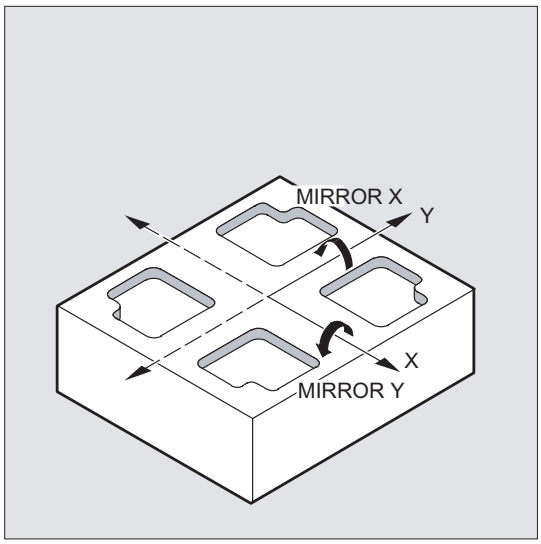
Weitere Informationen

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.

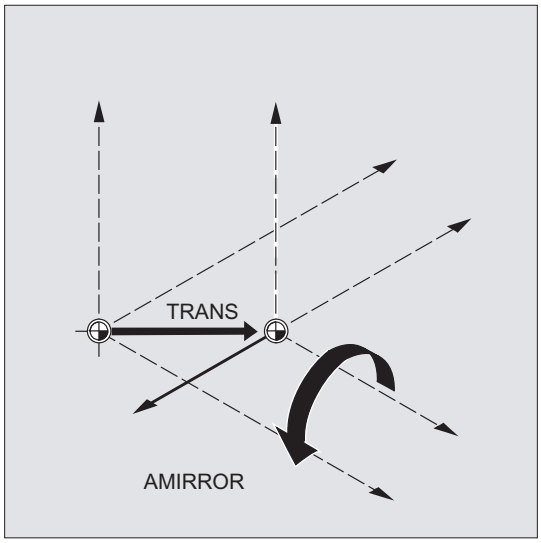


Die Spiegelung bezieht sich auf das aktuell gültige, mit G54 ... G57, G505 ... G599 eingestellte Koordinatensystem.

ACHTUNG
Kein Ursprungs-Frame Der Befehl `MIRROR` setzt alle Frame-Komponenten des vorher gesetzten programmierbaren Frames zurück.

AMIRROR X... Y... Z...

Eine Spiegelung, die auf bereits bestehenden Transformationen aufbauen soll, wird mit `AMIRROR` programmiert. Als Bezug gilt das aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Koordinatensystem.



Spiegelung ausschalten

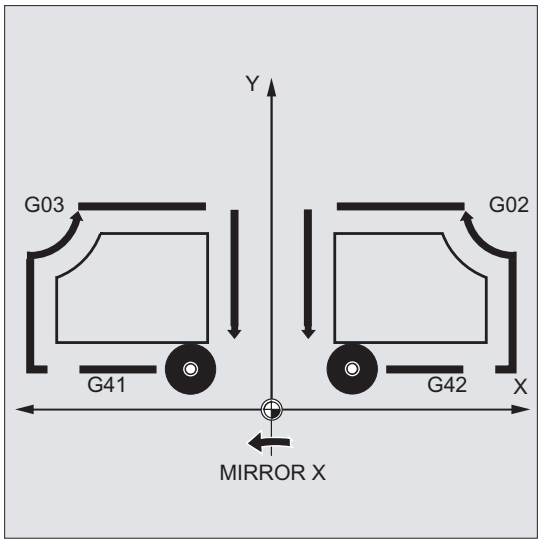
Für alle Achsen: `MIRROR` (ohne Achsangabe)

Hierbei werden alle Frame-Komponenten des vorher programmierten Frames zurückgesetzt.

Werkzeugradiuskorrektur

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 nach `MIRROR` eine additive Drehung mit `AROT` programmiert wird, muss fallweise mit umgekehrten Drehrichtungen (positiv/negativ bzw. negativ/positiv) gearbeitet werden. 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.

Spiegelachse

Über Maschinendatum kann eingestellt werden, um welche Achse gespiegelt wird:

MD10610 $MN_MIRROR_REF_AX = <Wert>

Wert	Bedeutung
0	Es wird um die programmierte Achse gespiegelt (Negieren der Werte).
1	X-Achse ist Bezugsachse.
2	Y-Achse ist Bezugsachse.
3	Z-Achse ist Bezugsachse.

Interpretation der programmierten Werte

Über Maschinendatum kann eingestellt werden, wie die programmierten Werte zu interpretieren sind:

MD10612 $MN_MIRROR_TOGGLE = <Wert>

Wert	Bedeutung
0	Programmierte Achswerte werden nicht ausgewertet.
1	Programmierte Achswerte werden ausgewertet: 1. Bei programmierten Achswerten ≠ 0 wird die Achse gespiegelt, wenn sie noch nicht gespiegelt ist. 2. Bei einem programmierten Achswert = 0 wird eine Spiegelung ausgeschaltet.

12.8 Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT)

Funktion

TOFRAME erzeugt ein rechtwinkliges Koordinatensystem, dessen Z-Achse mit der aktuellen Werkzeugausrichtung übereinstimmt. Dadurch hat der Anwender die Möglichkeit, das Werkzeug in Z-Richtung kollisionsfrei freizufahren (z. B. nach einem Werkzeugbruch bei einem 5-Achs-Programm).

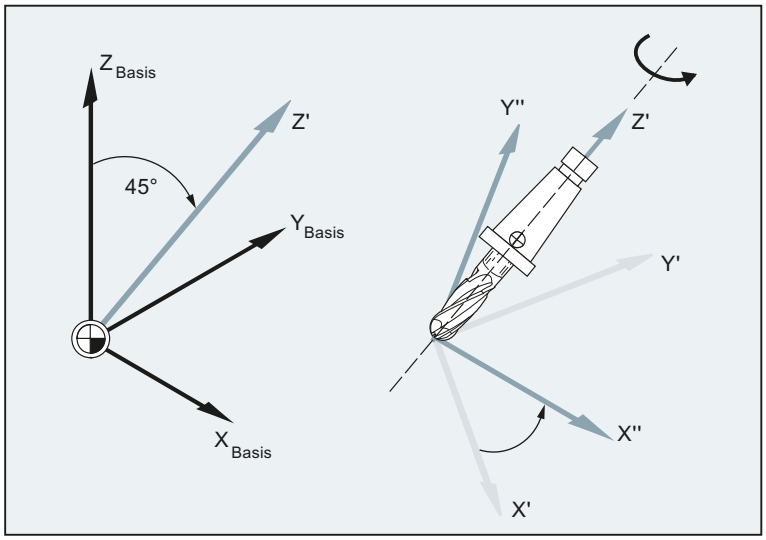
Die Lage der beiden Achsen X und Y ist dabei abhängig von der Einstellung im Maschinendatum MD21110 $MC_X_AXES_IN_OLD_X_Z_PLANE (Koordinatensystem bei automatischer Frame-Definition). Das neue Koordinatensystem wird entweder so belassen, wie es sich aus der Kinematik der Maschine ergibt, oder es wird zusätzlich so um die neue Z-Achse gedreht, dass die neue X-Achse in der alten Z-X-Ebene liegt (siehe Angaben des Maschinenherstellers).

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.

TOFRAME und TOROT sind auf Fräsbearbeitungen zugeschnitten, bei denen typischerweise G17 (Arbeitsebene X/Y) aktiv ist. Bei Drehbearbeitungen oder allgemein bei aktiven G18 oder G19 werden dagegen Frames benötigt, bei denen die X- oder Y-Achse mit der Ausrichtung des Werkzeugs übereinstimmt. Diese Frames werden mit den Befehlen TOFRAMEX/TOROTX oder TOFRAMEY/TOROTY programmiert.

Mit PAROT wird das Werkstückkoordinatensystem (WKS) am Werkstück ausgerichtet.



Syntax

```
TOFRAME/TOFRAMEZ/TOFRAMEY/TOFRAMEX
...
TOROTOF
```

```
TOROT/TOROTZ/TOROTY/TOROTX
...
TOROTOF
```

```
PAROT
...
PAROTOF
```

Bedeutung

TOFRAME:	Z-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten
TOFRAMEZ:	wie TOFRAME
TOFRAMEY:	Y-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten
TOFRAMEX:	X-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten
TOROT:	Z-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten Die durch TOROT definierte Drehung ist die gleiche wie bei TOFRAME.
TOROTZ:	wie TOROT
TOROTY:	Y-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten
TOROTX:	X-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten
TOROTOF:	Ausrichtung parallel zur Werkzeugorientierung ausschalten
PAROT:	WKS durch Frame-Drehung am Werkstück ausrichten Translationen, Skalierungen und Spiegelungen im aktiven Frame bleiben erhalten.
PAROTOF:	Die mit PAROT aktivierte werkstückbezogene Frame-Drehung wird mit PAROTOF ausgeschaltet.

Hinweis

Mit dem Befehl 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 Werkzeugtisches 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.

Beispiel

```
Programmcode                    Kommentar
N100 G0 G53 X100 Z100 D0
N120 TOFRAME
N140 G91 Z20                    ; TOFRAME wird eingerechnet, alle programmierten
                                  Geometrieachsbewegungen
                                  beziehen sich auf das neue Koordinatensystem.
N160 X50
...
```

Weitere Informationen

Zuordnung Achsrichtung

Wird an Stelle von TOFRAME / TOFRAMEZ oder TOROT / TOROTZ einer der Befehle TOFRAMEX, TOFRAMEY, TOROTX, TOROTY programmiert, dann gelten die Zuordnungen der Achsrichtungen entsprechend dieser Tabelle:

Befehl	Werkzeugrichtung (Applikate)	Nebenachse (Abszisse)	Nebenachse (Ordinate)
TOFRAME / TOFRAMEZ / TOROT / TOROTZ	Z	X	Y
TOFRAMEY / TOROTY	Y	Z	X
TOFRAMEX / TOROTX	X	Y	Z

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 MD28082 $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK gesetzt werden. Der programmierbare Frame bleibt hierbei unverändert erhalten. Unterschiede ergeben sich, wenn der programmierbare Frame weiter bearbeitet wird.

Literatur

Weitere Erläuterungen zu Maschinen mit orientierbaren Werkzeugträger siehe:

- Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel: "Werkzeugorientierung"
- Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1), Kapitel: "Orientierbare Werkzeugträger"

12.9 Frame abwählen (G53, G153, SUPA, G500)

Funktion

Beim Abarbeiten bestimmter Vorgänge, wie z. B. dem Anfahren des Werkzeugwechselpunkts, müssen verschiedene Frame-Komponenten definiert und zeitlich bestimmt unterdrückt werden.

Einstellbare Frames können entweder modal ausgeschaltet oder satzweise unterdrückt werden.

Programmierbare Frames können satzweise unterdrückt oder gelöscht werden.

Syntax

Satzweise wirksames Unterdrücken:
`G53/G153/SUPA`

Modal wirksames Ausschalten:
`G500`

Löschen:
`TRANS/ROT/SCALE/MIRROR`

Bedeutung

`G53`:	Satzweise wirksames Unterdrücken aller programmierbaren und einstellbaren Frames
`G153`:	`G153` wirkt wie `G53` und unterdrückt darüber hinaus den Gesamt-Basisframe ($P_ACTBFRAME)
`SUPA`:	`SUPA` wirkt wie `G153` und unterdrückt darüber hinaus: • Handradverschiebungen (DRF) • überlagerte Bewegungen • externe Nullpunktverschiebung • PRESET-Verschiebung
`G500`:	Modal wirksames Ausschalten aller einstellbaren Frames (G54 ... G57, G505 ... G599), wenn in G500 kein Wert steht.
`TRANS/ROT/SCALE/MIRROR`:	`TRANS/ROT/SCALE/MIRROR` ohne Achsangabe bewirkt ein Löschen der programmierbaren Frames.

12.10 Überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF)

Funktion

Die über Handradverfahren eingestellten additiven Nullpunktverschiebungen (DRF-Verschiebungen) und die über die Systemvariable $AA_OFF[<Achse>] programmierten Positionsoffsets können über die Teileprogrammbefehle DRFOF und CORROF abgewählt werden.

Durch die Abwahl wird ein Vorlaufstopp ausgelöst und der Positionsanteil der abgewählten überlagerten Bewegung (DRF-Verschiebung bzw. Positionsoffset) in die Position im Basiskoordinatensystem übernommen, d. h. es wird keine Achse verfahren. Der Wert der Systemvariablen $AA_IM[<Achse>] (Aktueller MKS-Sollwert einer Achse) ändert sich nicht, der Wert der Systemvariablen $AA_IW[<Achse>] (Aktueller WKS-Sollwert einer Achse) verändert sich, da er nun den abgewählten Anteil aus der überlagerten Bewegung enthält.

Syntax

```
DRFOF
CORROF(<Achse>,"<Zeichenfolge>"[,<Achse>,"<Zeichenfolge>"])
```

Bedeutung

DRFOF: Befehl zum Ausschalten (Abwahl) der DRF-Verschiebungen für alle aktiven Achsen des Kanals

Wirksamkeit: modal

CORROF: Befehl zum Ausschalten (Abwahl) der DRF-Verschiebung / des Positionsoffsets ($AA_OFF) für einzelne Achsen

Wirksamkeit: modal

<Achse>: Achsbezeichner (Kanal-, Geometrie- oder Maschinenachsbezeichner)

"<Zeichenfolge>":

- == "DRF": DRF-Verschiebung der Achse wird abgewählt
- == "AA_OFF": $AA_OFF-Positionsoffset der Achse wird abgewählt

---

Hinweis

CORROF ist nur vom Teileprogramm aus möglich, nicht über Synchronaktionen.

Beispiele

Beispiel 1: Axiale Abwahl einer DRF-Verschiebung (1)

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 CORROF(X,"DRF")       ; CORROF wirkt hier wie DRFOF.
...
```

Beispiel 2: Axiale Abwahl einer DRF-Verschiebung (2)

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 abgewählt, die
                            DRF-Verschiebung der Y-Achse bleibt erhalten (bei DRFOF
                            wären beide Verschiebungen abgewählt worden).
...
```

Beispiel 3: Axiale Abwahl eines $AA_OFF-Positionsoffsets

```
Programmcode                                  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")                        ; Der Positionsoffset der X-Achse wird
                                                abgewählt: $AA_OFF[X]=0
                                                Die X-Achse wird nicht verfahren.
                                                Zur aktuellen Position der X-Achse
                                                wird der Positionsoffset
                                                hinzugerechnet.
…
```

Beispiel 4: Axiale Abwahl einer DRF-Verschiebung und eines $AA_OFF-Positionsoffsets (1)

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 und der
                                                  Positionsoffset der X-Achse wird
                                                  abgewählt, die DRF-Verschiebung der
                                                  Y-Achse bleibt erhalten.
...
```

Beispiel 5: Axiale Abwahl einer DRF-Verschiebung und eines $AA_OFF-Positionsoffsets (2)

Über DRF-Handradverfahren wird eine DRF-Verschiebung in der X-Achse und in der Y-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(Y,"DRF",X,"AA_OFF")                  ; Die DRF-Verschiebung der Y-Achse und
                                                  der Positionsoffset der X-Achse
                                                  werden abgewählt, die DRF-
                                                  Verschiebung der X-Achse bleibt
                                                  erhalten.
...
```

Weitere Informationen

$AA_OFF_VAL

Nach der Abwahl des Positionsoffsets aufgrund von $AA_OFF ist die Systemvariable $AA_OFF_VAL (Integrierter Weg der Achsüberlagerung) der entsprechenden Achse gleich Null.

$AA_OFF in der Betriebsart JOG

Auch in der Betriebsart JOG findet bei einer Änderung von $AA_OFF eine Interpolation des Positionsoffsets als überlagerte Bewegung statt, wenn die Freischaltung dieser Funktion über das Maschinendatum MD36750 $MA_AA_OFF_MODE erfolgt ist.

$AA_OFF in Synchronaktion

Ist bei der Abwahl des Positionsoffsets über den Teileprogrammbefehl `CORROF(<Achse>,"AA_OFF")` eine Synchronaktion aktiv, die $AA_OFF sofort wieder setzt (`DO $AA_OFF[<Achse>]=<Wert>`), dann wird $AA_OFF abgewählt und nicht wieder gesetzt und der Alarm 21660 gemeldet. Wird die Synchronaktion jedoch später aktiv, z. B. im Satz nach `CORROF`, dann wird $AA_OFF gesetzt und ein Positionsoffset interpoliert.

Automatischer Kanalachstausch

Falls eine Achse, für die ein `CORROF` programmiert wurde, in einem anderen Kanal aktiv ist, dann wird sie mit Achstausch in den Kanal geholt (Voraussetzung: MD30552 $MA_AUTO_GET_TYPE > 0) und dann der Positionsoffset und/oder die DRF-Verschiebung abgewählt.

Hilfsfunktionsausgaben 13

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	Werkzeug-wahl	Werkzeugnamen gehen nicht an die PLC-Schnittstelle.	1
D	-	-	0 - 12	INT	Werkzeug-korrektur-wahl	D0: Abwahl Vorbesetzung: D1	1
DL	Orts-abhängige Korrektur	1 - 6	0 ... ± $1{,}8*10^{308}$	REAL	Werkzeug-fein-korrektur-wahl	Bezieht sich auf zuvor gewählte D-Nummer.	1
F	-	-	0.001 - 999 999,999	REAL	Bahn-vorschub		6
FA	Achs-Nr.	1 - 31	0.001 - 999 999,999	REAL	Achs-vorschub		
* 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 Satzwechselverzögerung

Das Satzwechselverhalten kann durch Maschinendatum beeinflusst werden. Mit der Einstellung "ohne Satzwechselverzögerung" 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 (wie M30)
M3	Spindel Rechtslauf
M4	Spindel Linkslauf
M5	Spindel Halt
M6	Werkzeugwechsel (Standardeinstellung)
M17*	Programmende Unterprogramm
M19	Spindel positionieren
M30*	Programmende Hauptprogramm (wie M2)
M40	Automatische Getriebeschaltung
M41	Getriebestufe 1
M42	Getriebestufe 2
M43	Getriebestufe 3
M44	Getriebestufe 4
M45	Getriebestufe 5
M70	Spindel wird in den Achsbetrieb geschaltet

Hinweis

Für die mit * gekennzeichneten Funktionen ist die erweiterte Adressschreibweise nicht zulässig.

Die Funktionen 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.

Hinweis

Die den freien M-Funktionsnummern zugeordneten Funktionalitäten sind Maschinen-spezifisch. 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   ; Maximal 5 M-Funktionen im Satz.
M376
```

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. 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

14.1 Meldung ausgeben (MSG)

Funktion

Mit der Anweisung `MSG()` kann eine beliebige Zeichenkette vom Teileprogramm aus als Meldung an den Bediener ausgegeben werden.

Syntax

```
MSG("<Meldungstext>"[,<Ausführung>])
...
MSG()
```

Bedeutung

`MSG`: Vordefinierter Unterprogrammaufruf zur Ausgabe einer Meldung

`<Meldungstext>`: Beliebige Zeichenkette zur Anzeige als Meldung

Typ:	STRING
Maximale Länge:	124 Zeichen; die Anzeige erfolgt in zwei Zeilen (2*62 Zeichen)

Im Meldungstext können durch Verwendung des Verkettungsoperators "<<" auch Variablen ausgegeben werden.

`<Ausführung>`: Parameter zum Festlegen des Zeitpunkts, zu dem das Schreiben der Meldung ausgeführt wird (optional)

Typ:	INT	
Wert:	0 (Grundeinstellung)	Für das Schreiben der Meldung wird kein eigener Hauptlaufsatz erzeugt. Es erfolgt im nächsten ausführbaren NC-Satz. Keine Unterbrechung eines aktiven Bahnsteuerbetriebs.
	1	Für das Schreiben der Meldung wird ein eigener Hauptlaufsatz erzeugt. Ein aktiver Bahnsteuerbetrieb wird unterbrochen.

`MSG()`: Durch Programmierung von `MSG()` ohne Meldungstext wird die aktuelle Meldung wieder gelöscht. Ohne Löschen bleibt die Anzeige solange bestehen, bis die nächste Meldung ansteht.

Hinweis

Soll eine Meldung in der auf der Bedienoberfläche aktiven Sprache erfolgen, benötigt der Anwender Informationen über die aktuell auf dem HMI eingestellte Sprache. Diese Information kann im Teileprogramm und in Synchronaktionen über die Systemvariable $AN_LANGUAGE_ON_HMI abgefragt werden (siehe "Aktuelle Sprache im HMI (Seite 558)").

Beispiele

Beispiel 1: Meldung ausgeben / löschen

Programmcode	Kommentar
N10 G91 G64 F100	; Bahnsteuerbetrieb
N20 X1 Y1	
N... X... Y...	
N20 MSG ("Bearbeitung Teil 1")	; Die Meldung wird erst mit N30 ausgegeben.
	; Der Bahnsteuerbetrieb bleibt erhalten.
N30 X... Y...	
N... X... Y...	
N400 X1 Y1	
N410 MSG ("Bearbeitung Teil 2",1)	; Die Meldung wird mit N410 ausgegeben.
	; Der Bahnsteuerbetrieb wird unterbrochen.
N420 X1 Y1	
N... X... Y...	
N900 MSG ()	; Meldung löschen.

Beispiel 2: Meldungstext mit Variable

Programmcode	Kommentar
N10 R12=$AA_IW[X]	; Aktuelle Position der X-Achse in R12.
N20 MSG("Position der X-Achse"<<R12<<"prüfen")	; Meldung mit Variable R12 ausgeben.
...	
N90 MSG ()	; Meldung aus N20 löschen.

14.2 String in BTSS-Variable schreiben (WRTPR)

Funktion

Mit der Funktion `WRTPR()` können Sie eine beliebige Zeichenkette vom Teileprogramm aus in die BTSS-Variable progProtText schreiben.

Syntax

```
WRTPR(<Zeichenkette>[,<Ausführung>])
```

Bedeutung

`WRTPR`: Funktion zur Ausgabe einer Zeichenkette.

`<Zeichenkette>`: Beliebige Zeichenkette, die in die BTSS-Variable progProtText geschrieben wird.

Typ: STRING

Maximale Länge: 128 Zeichen

`<Ausführung>`: Optionaler Parameter zum Festlegen des Zeitpunkts zu dem das Schreiben des String ausgeführt wird.

Wertebereich: 0, 1

Defaultwert: 0

Wert	Bedeutung
0	Für das Schreiben des Strings wird kein eigener Hauptlaufsatz erzeugt. Es erfolgt im nächsten ausführbaren NC-Satz. Keine Unterbrechung eines aktiven Bahnsteuerbetriebs.
1	Für das Schreiben des Strings wird ein eigener Hauptlaufsatz erzeugt. Ein aktiver Bahnsteuerbetrieb wird unterbrochen.

Beispiele

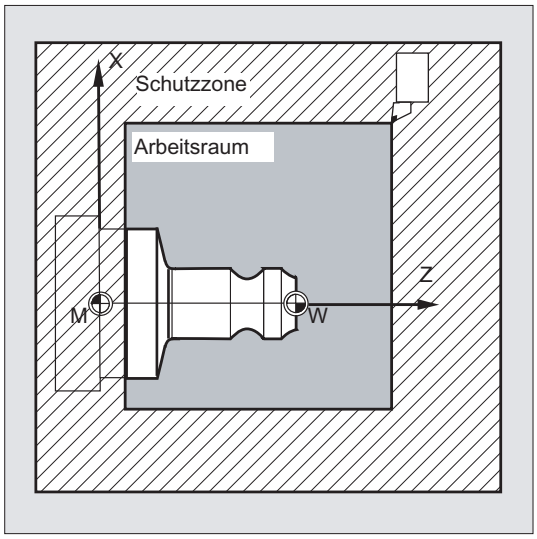
```
Programmcode              Kommentar
N10 G91 G64 F100          ; Bahnsteuerbetrieb
N20 X1 Y1
N30 WRTPR("N30")          ; Der String "N30" wird erst in N40 geschrieben.
                          ; Der Bahnsteuerbetrieb bleibt erhalten.
N40 X1 Y1
N50 WRTPR("N50",1)        ; Der String "N50" wird in N50 geschrieben.
                          ; Der Bahnsteuerbetrieb wird unterbrochen.
N60 X1 Y1
```

14.3 Arbeitsfeldbegrenzung

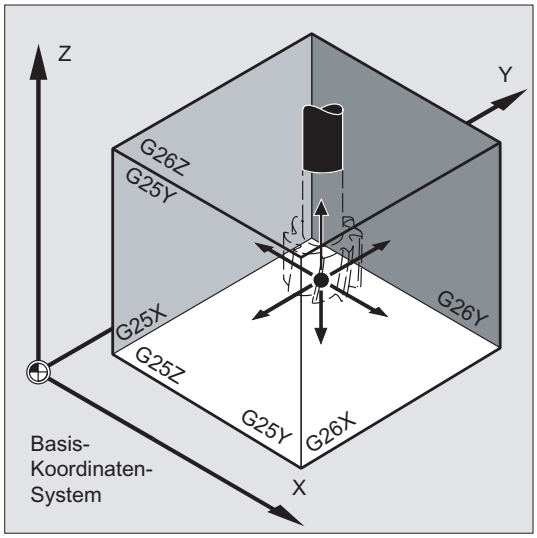
14.3.1 Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF)

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.

Syntax

```
G25 X…Y…Z…
G26 X…Y…Z…
WALIMON
WALIMOF
```

Bedeutung

G25:	**Untere** Arbeitsfeldbegrenzung Wertzuweisung in Kanalachsen im Basiskoordinatensystem
G26:	**Obere** Arbeitsfeldbegrenzung Wertzuweisung in Kanalachsen im Basiskoordinatensystem
X…Y…Z… :	Untere bzw. obere Arbeitsfeldgrenzen für die einzelnen Kanalachsen Die Angaben beziehen sich auf das Basiskoordinatensystem.
WALIMON:	Arbeitsfeldbegrenzung für alle Achsen **ein**schalten
WALIMOF:	Arbeitsfeldbegrenzung für alle Achsen **aus**schalten

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 parametrierten 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.

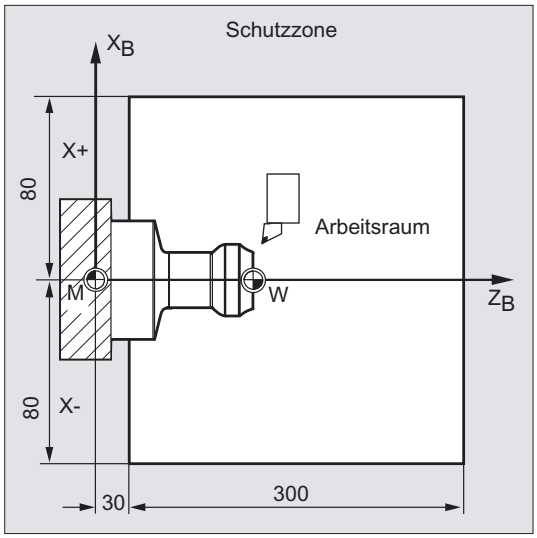
Hinweis

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 siehe " Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26) (Seite 99) ".

Beispiel



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	; Abspanprogramm
N50 G0 G90 Z102 T2	; zum Werkzeugwechselpunkt
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

Weitere Informationen

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:
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 ist 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.

14.3.2 Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10)

Funktion

Neben der Arbeitsfeldbegrenzung mit `WALIMON` (siehe "Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) (Seite 370)") 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 Arbeitfeldbegrenzung wirken soll, erfolgen durch das Beschreiben kanalspezifischer Systemvariablen:

Systemvariable	Bedeutung
Setzen der Arbeitsfeldgrenzen	
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE [<GN>, <AN>]	Gültigkeit der Arbeitsfeldbegrenzung in positiver Achsrichtung.
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS [<GN>, <AN>]	Arbeitsfeldbegrenzung in positiver Achsrichtung. Nur wirksam, wenn: $P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE [<GN>,<AN>] = TRUE
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE [<GN>, <AN>]	Gültigkeit der Arbeitsfeldbegrenzung in negativer Achsrichtung.
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS [<GN>, <AN>]	Arbeitsfeldbegrenzung in negativer Achsrichtung. Nur wirksam, wenn: $P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE [<GN>,<AN>] = TRUE

Systemvariable	Bedeutung	
Auswahl des Bezugsrahmens		
$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM [<GN>]	Koordinatensytem, auf das sich die Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe bezieht:	
	Wert	**Bedeutung**
	1	Werkstück-Koordinatensystem (WKS)
	3	Einstellbares Nullpunktsystem (ENS)

<GN>: Nummer der Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe
<AN>: Kanalachsname

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 $P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[2]=1                ; Die Arbeitsfeldbegrenzung der
                                                      Arbeitsfeld-begrenzungsgruppe 2
                                                      gilt im WKS.
N60 $P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,X]=TRUE
N61 $P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,X]=10
N62 $P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,X]=FALSE
N70 $P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Y]=TRUE
N73 $P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Y]=34
N72 $P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Y]=TRUE
N73 $P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[2,Y]=-25
N80 $P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[2,Z]=FALSE
N82 $P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[2,Z]=TRUE
N83 $P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[2,Z]=-600
...
N90 WALCS2                                          ; Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe
                                                      Nr. 2 aktivieren.
...
```

Weitere Informationen

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`.

14.4 Referenzpunktfahren (G74)

Funktion

Nach dem Einschalten der Maschine müssen (bei Verwendung von inkrementellen 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`:	G-Funktionsaufruf Referenzpunktfahren
`X1=0 Y1=0 Z1=0 …` :	Die angegebene Maschinenachsadresse `X1`, `Y1`, `Z1` … für **Linearachsen** wird in den Referenzpunkt gefahren
`A1=0 B1=0 C1=0 …` :	Die angegebene Maschinenachsadresse `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

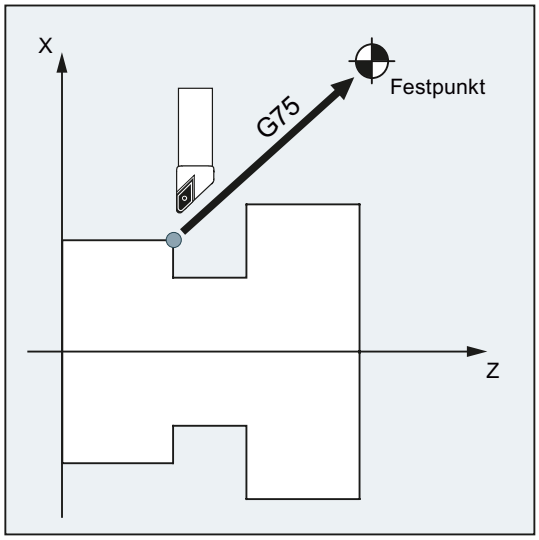
14.5 Festpunkt anfahren (G75)

Funktion

Mit dem satzweise wirksamen Befehl `G75` können Achsen einzeln und unabhängig voneinander auf feste Punkte im Maschinenraum gefahren werden, z. B. auf Werkzeugwechselpunkte, Beladepunkte, Palettenwechselpunkte etc.

Die Festpunkte sind Positionen im Maschinenkoordinatensystem, die in Maschinendaten (MD30600 $MA_FIX_POINT_POS[n]) 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. Vor der Bewegung der Achsen wird ein interner Vorlaufstopp durchgeführt.



Voraussetzungen

Für das Anfahren von Festpunkten mit `G75` müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Festpunktkoordinaten müssen exakt ermittelt und in Maschinendaten hinterlegt sein.
- Die Festpunkte müssen innerhalb des gültigen Verfahrbereichs liegen (→ Software-Endschalter-Grenzen beachten!)
- Die zu verfahrenden Achsen müssen referenziert sein.
- Es darf keine Werkzeugradiuskorrektur aktiv sein.
- Es darf keine kinematische Transformation aktiv sein.
- Die zu verfahrenden Achsen dürfen an keiner aktiven Transformation beteiligt sein.
- Keine der zu verfahrenden Achsen darf Folgeachse einer aktiven Kopplung sein.
- Keine der zu verfahrenden Achsen darf Achse eines Gantry-Verbundes sein.
- Compile–Zyklen dürfen keinen Bewegungsanteil aufschalten.

Syntax

```
G75 <Achsname><Achsposition> ... FP=<n>
```

Bedeutung

`G75`:	Festpunkt anfahren
`<Achsname>`:	Name der Maschinenachse, die zum Festpunkt verfahren werden soll Es sind alle Achsbezeichner zulässig.
`<Achsposition>`:	Der Positionswert ist ohne Bedeutung. Es wird daher in der Regel der Wert "0" angegeben.
`FP=`:	Festpunkt, der angefahren werden soll `<n>`: Festpunktnummer Wertebereich: 1, 2, 3, 4 **Hinweis:** Wenn kein `FP=<n>` oder keine Festpunktnummer oder wenn `FP=0` programmiert ist, wird dies wie `FP=1` interpretiert und es wird Festpunkt 1 angefahren.

Hinweis

In einem `G75`-Satz können auch mehrere Achsen programmiert werden. Die Achsen werden dann gleichzeitig auf den angegebenen Festpunkt verfahren.

Hinweis

Der Wert der Adresse `FP` darf nicht größer sein als die Anzahl der festgelegten Festpunkte für jede programmierte Achse (MD30610 $MA_NUM_FIX_POINT_POS).

Beispiel

Für einen Werkzeugwechsel sollen die Achsen X (= AX1) und Z (= AX3) auf die feste Maschinenachsposition 1 mit X = 151,6 und Z = -17,3 fahren.

Maschinendaten:

- MD30600 $MA_FIX_POINT_POS[AX1,0] = 151.6
- MD30600 $MA_FIX_POINT[AX3,0] = 17.3

NC–Programm:

```
Programmcode                Kommentar
…
N100 G55                    ; Einstellbare Nullpunktverschiebung aktivieren.
N110 X10 Y30 Z40            ; Positionen im WKS anfahren.
N120 G75 X0 Z0 FP=1 M0      ; Die X-Achse fährt auf 151,6
                            ; und die Z-Achse fährt auf 17,3 (im MKS).
                            ; Jede Achse fährt für sich mit maximaler
                            Geschwindigkeit.
                            ; In diesem Satz dürfen keine zusätzlichen Bewegungen
                            aktiv sein.
                            ; Damit nach dem Erreichen der Endpositionen
                            ; weiterhin keine Zusatzbewegungen durchgeführt werden,
                            ; ist hier ein Stopp eingefügt.
N130 X10 Y30 Z40            ; Es wird wieder die Position von N110 angefahren.
                            ; Die Nullpunktverschiebung ist wieder aktiv.
…
```

Hinweis

Ist die Funktion "Werkzeugverwaltung mit Magazinen" aktiv, reicht die Hilfsfunktion `T…` bzw. `M...` (typischerweise `M6`) zum Auslösen der Satzwechselsperre am Ende der `G75`–Bewegung nicht aus.

Grund: Bei der Einstellung "Werkzeugverwaltung mit Magazinen ist aktiv" werden die Hilfsfunktionen für den Werkzeugwechsel nicht an die PLC ausgegeben.

Weitere Informationen

G75

Die Achsen werden als Maschinenachsen im Eilgang verfahren. Die Bewegung wird intern durch die Funktionen "SUPA" (Unterdrückung aller Frames) und "G0 RTLIOF" (Eilgangbewegung mit Einzelachsinterpolation) abgebildet.

Wenn die Bedingungen für "RTLIOF" (Einzelachsinterpolation) nicht erfüllt sind, wird der Festpunkt als Bahn angefahren.

Bei Erreichen des Festpunkts kommen die Achsen innerhalb des Toleranzfensters "Genauhalt fein" zum Stehen.

Parametrierbare Dynamik für G75

Für Positionierbewegungen auf Festpunktpositionen (`G75`) kann über nachfolgendes Maschinendatum der gewünschte Dynamikmodus eingestellt werden:

MD18960 $MN_POS_DYN_MODE (Art der Positionierachsdynamik)

Literatur
Funktionshandbuch Grundfunktionen, Kapitel "Beschleunigung (B2)" > "Funktionen" > "Ruckbegrenzung bei Einzelachsinterpolation (SOFTA) (achsspezifisch)"

Axiale Zusatzbewegungen

Die folgenden axialen Zusatzbewegungen werden zum Zeitpunkt der Interpretation des `G75`-Satzes berücksichtigt:

- externe Nullpunktverschiebung
- DRF
- Synchronisationsoffset ($AA_OFF)

Danach dürfen sich die Zusatzbewegungen der Achsen nicht ändern, bis das Ende der Verfahrbewegung durch den `G75`-Satz erreicht ist.

Zusatzbewegungen nach der Interpretation des `G75`-Satzes führen zu einer entsprechenden Verschiebung des angefahrenen Festpunkts.

Folgende Zusatzbewegungen werden unabhängig vom Interpretationszeitpunkt nicht berücksichtigt und führen zu einer entsprechenden Verschiebung der Zielposition:

- Online-Werkzeugkorrektur
- Zusatzbewegungen aus Compile–Zyklen im BKS wie MKS

Aktive Frames

Alle aktiven Frames werden ignoriert. Es wird im Maschinenkoordinatensystem verfahren.

Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS

Die Koordinatensystem-spezifische Arbeitsfeldbegrenzung (`WALCS0` ... `WALCS10`) wirkt in dem Satz mit `G75` nicht. Der Zielpunkt wird als Startpunkt des nachfolgenden Satzes überwacht.

Achs-/Spindelbewegungen mit POSA/SPOSA

Wenn programmierte Achsen/Spindeln vorher mit POSA bzw. SPOSA verfahren wurden, werden diese Bewegungen vor dem Anfahren des Festpunkts erst zu Ende gefahren.

Spindelfunktionen im G75-Satz

Wenn die Spindel vom "Festpunkt anfahren" ausgenommen ist, dann können im G75-Satz zusätzlich Spindelfunktionen programmiert werden (z. B. Positionierung mit SPOS/SPOSA).

Modulo-Achsen

Bei Modulo-Achsen wird der Festpunkt auf kürzestem Weg angefahren.

Literatur

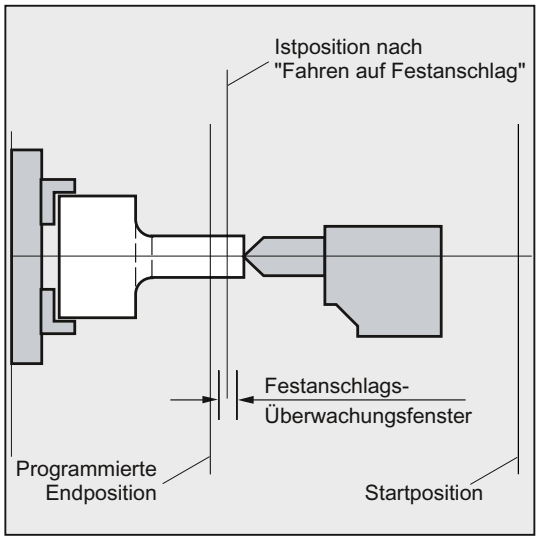
Weitere Informationen zum "Anfahren von Festpunkten" siehe:

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Handfahren und Handradfahren (H1), Kapitel: "Festpunkt anfahren in JOG"

14.6 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>:	Maschinenachsnamen	
	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.

ACHTUNG

Kollisionsgefahr

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.

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.`
`...`	

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.

ACHTUNG

Kollisionsgefahr

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.

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.`
`...`	

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.

ACHTUNG
Kollisionsgefahr Wenn ein neues Festanschlags-Überwachungsfenster programmiert wird, 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. 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 Poitionierachsen 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)

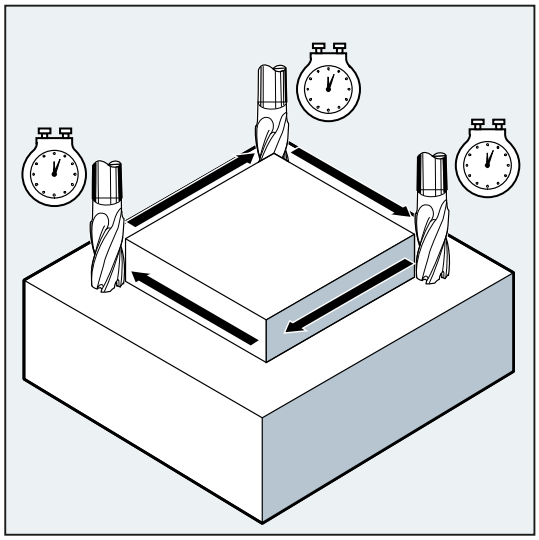
  – Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Thema: "Fahren auf Festanschlag (FXS und FOCON/FOCOF)"

- 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.

14.7 Verweilzeit (G4)

Funktion

Mit G4 kann zwischen zwei NC-Sätzen eine "Verweilzeit" programmiert werden, in der die Werkstückbearbeitung unterbrochen ist.



Hinweis

G4 unterbricht den Bahnsteuerbetrieb.

Anwendung

Zum Beispiel zum Freischneiden.

Syntax

```
G4 F…/S<n>=...
```

Hinweis

G4 muss im eigenen NC-Satz programmiert werden.

Bedeutung

G4: Verweilzeit aktivieren

F…: Unter der Adresse F wird die Verweilzeit in Sekunden programmiert.

S<n>=…: Unter der Adresse S wird die Verweilzeit in Spindelumdrehungen programmiert.

<n>: Die numerische Erweiterung gibt die Nummer der Spindel an, auf die sich die Verweilzeit beziehen soll. Ohne numerische Erweiterung (S...) bezieht sich die Verweilzeit auf die Masterspindel.

Hinweis

Nur im G4-Satz werden die Adressen F und S für Zeitangaben benutzt. Der vor dem G4-Satz programmierte Vorschub F... und die 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% Drehzahloverride: t = 0,1 min).
N50 X...	; In N10 programmierter Vorschub und Spindeldrehzahl wirken weiterhin.

14.8 Interner Vorlaufstopp

Funktion

Beim Zugriff auf Zustandsdaten der Maschine ($A…) erzeugt die Steuerung internen Vorlaufstopp. Der nachfolgende Satz wird erst dann ausgeführt, wenn alle vorher aufbereiteten und gespeicherten Sätze vollständig abgearbeitet sind. Der vorherige Satz wird im Genauhalt (wie G9) angehalten.

Beispiel

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 G0 Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARKE1:	
...	

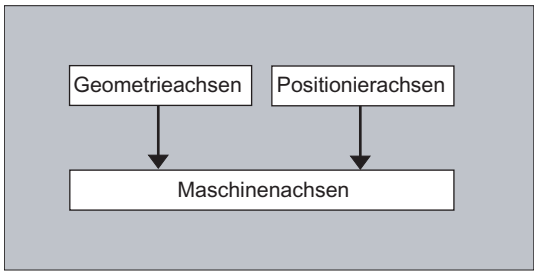
Sonstige Informationen 15

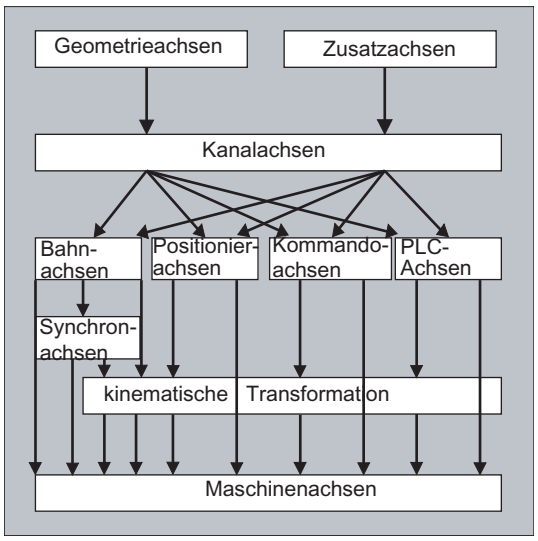
15.1 Achsen

Achstypen

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.

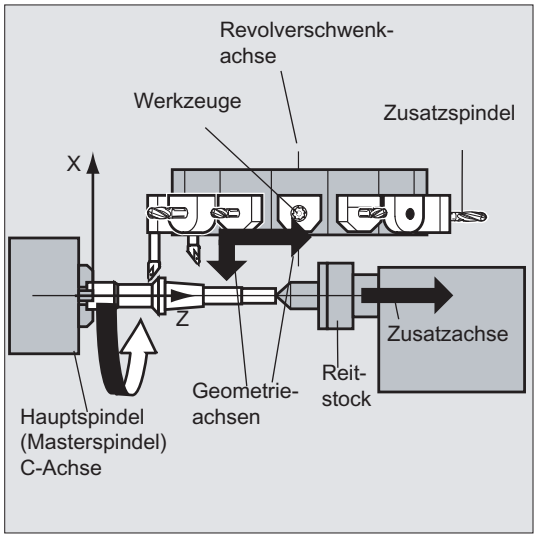
Umschaltbare Geometrieachsen

Mit der Funktion "Umschaltbare Geometrieachsen" (siehe Funktionshandbuch 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.

Weitere Informationen

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 Kanalachsnamen 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.

Typische Zusatzachsen sind:

- Werkzeugrevolverachsen
- Schwenktischachsen
- Schwenkkopfachsen
- Laderachsen

Achsbezeichner

Bei einer Drehmaschine mit Revolvermagazin z. B.:

- Revolverposition U
- Reitstock V

Programmierbeispiel

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 in der Regel per Maschinendatum 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.

Spindelbezeichner

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, …, AX<n>

15.1.5 Kanalachsen

Kanalachsen sind alle Achsen, die in einem Kanal verfahren.

Achsbezeichner

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.

Mehr Informationen zu `FGROUP` siehe "Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)".

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

Typen

Zu unterscheiden ist zwischen Positionierachsen mit Synchronisation zum Satzende oder über mehrere Sätze hinweg.

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, FA, WAITP, WAITMC) (Seite 110)".

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. Eine 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.

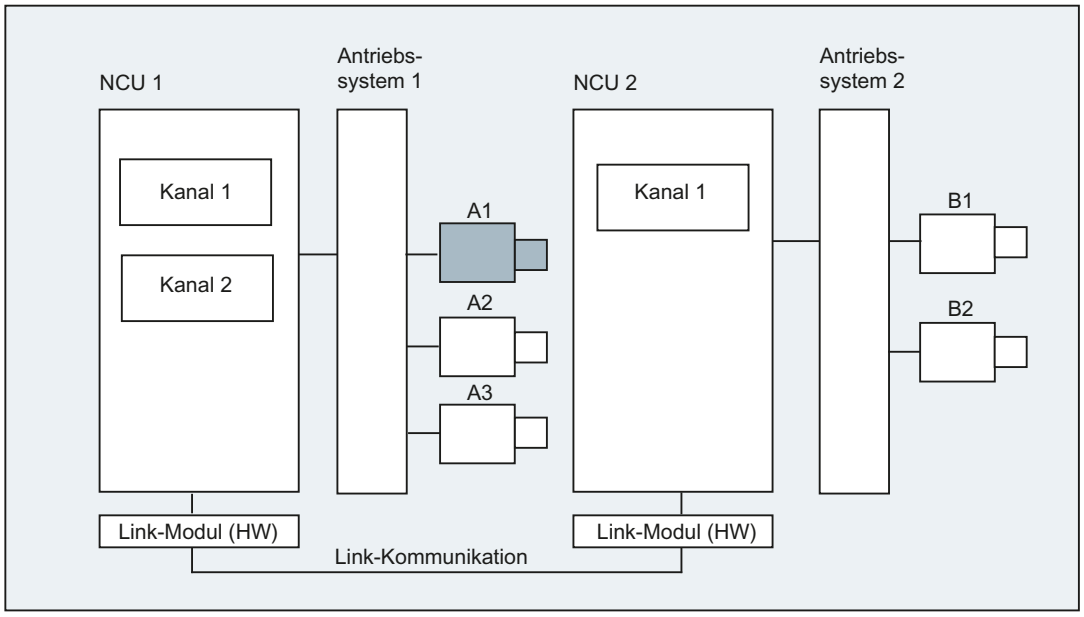
Literatur:
Funktionshandbuch Synchronaktionen

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.

Weitere Informationen

Voraussetzungen

- Die beteiligten NCUs NCU1 und NCU2 müssen über das Link-Modul mit schneller Link-Kommunikation verbunden sein.
  Literatur:
  Gerätehandbuch Projektierung NCU
- 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.

Literatur:
Weitere Details über Link-Achsen siehe:
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 Maschinenachsabbild 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:

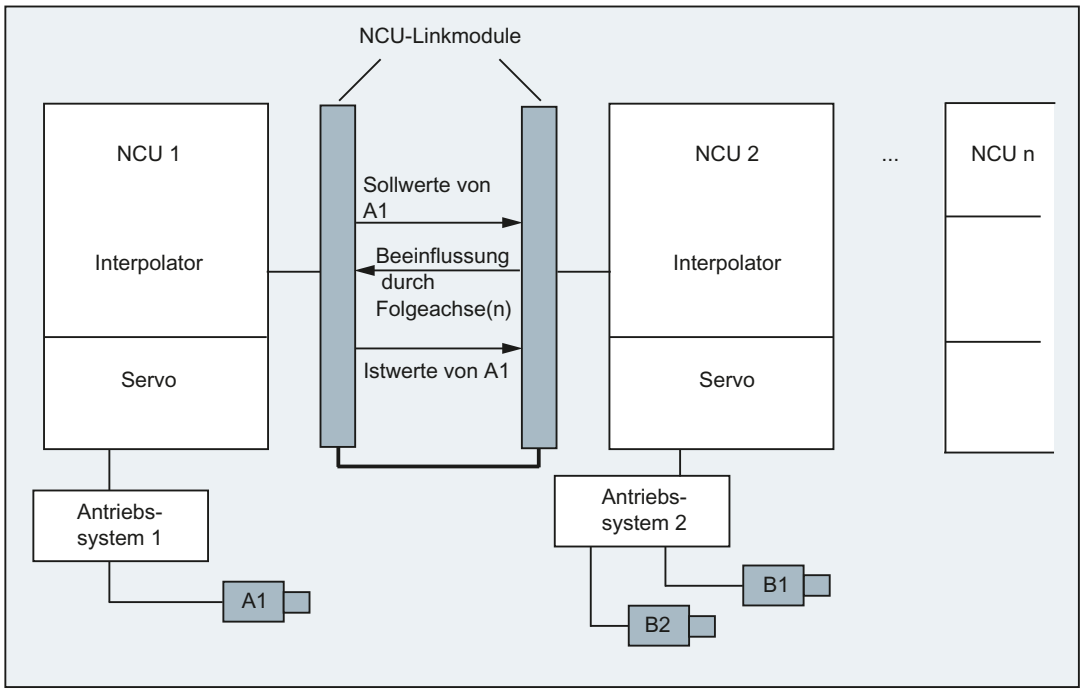
- eine lokale Achse **oder**
- eine Link-Achse

Achscontainer-Einträge enthalten lokale Maschinenachsen oder Link-Achsen aus der Sicht einer einzelnen NCU. Die Einträge im logischen Maschinenachsabbild (MD10002 $MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB) einer einzelnen NCU sind fest.

Literatur:
Die Funktion Achscontainer ist beschrieben in:
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 Verfahrbewegungen 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.

Weitere Informationen

Voraussetzungen

- Die beteiligten NCUs NCU1 bis NCU<n> (<n> max. 8) müssen über das Link-Modul mit schneller Link-Kommunikation verbunden sein.
  Literatur:
  Gerätehandbuch Projektierung NCU
- 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 Führungsachse 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:

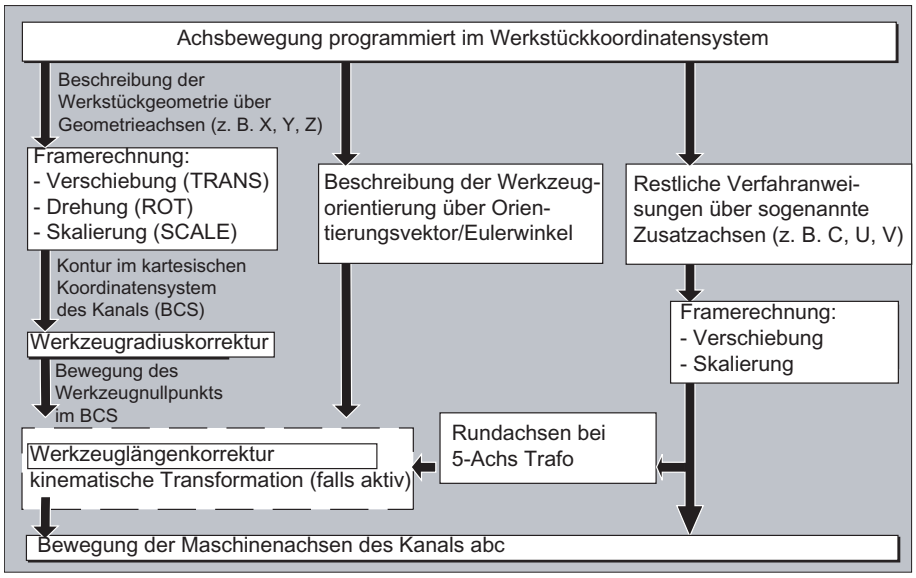
Systemvariable	Bedeutung
$AA_LEAD_SP	Simulierter Leitwert - Position
$AA_LEAD_SV	Simulierter Leitwert - Geschwindigkeit

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:
Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

15.2 Vom Fahrbefehl zur Maschinenbewegung

Den Zusammenhang zwischen den programmierten Achsbewegungen (Fahrbefehlen) und den daraus resultierenden Maschinenbewegungen soll das folgende Bild veranschaulichen:

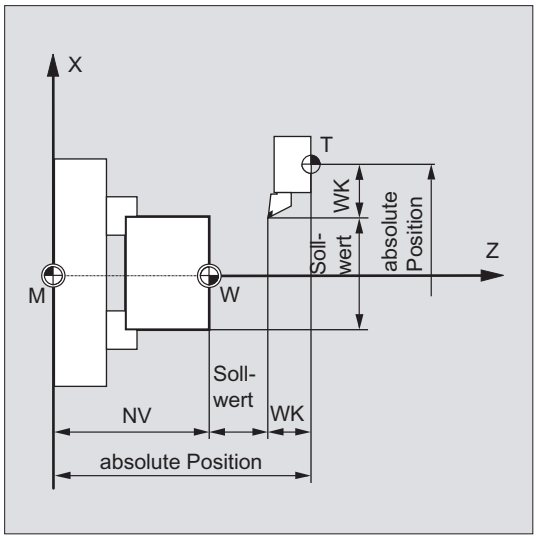


15.3 Wegberechnung

Die Wegberechnung ermittelt die in einem Satz zu verfahrende Wegstrecke unter Berücksichtigung aller Verschiebungen und Korrekturen.

Allgemein gilt:

Weg = Sollwert - Istwert + Nullpunktverschiebung (NV) + Werkzeugkorrektur (WK)



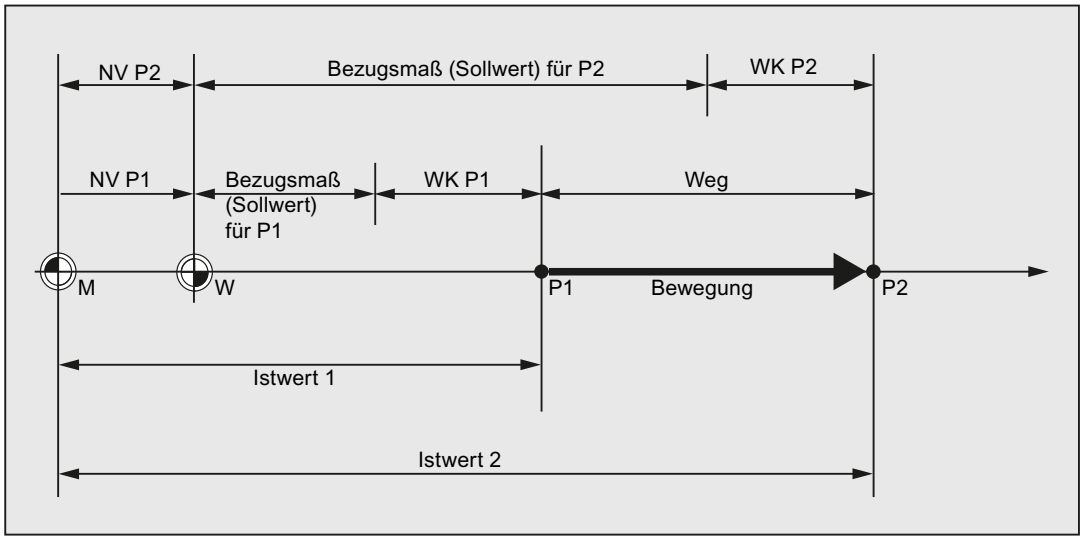
Wird in einem neuen Programmsatz eine neue Nullpunktverschiebung und eine neue Werkzeugkorrektur programmiert, so gilt:

- bei Bezugsmaßeingabe:

  Weg = (Bezugsmaß P2 - Bezugsmaß P1) + (NV P2 - NV P1) + (WK P2 - WK P1).

- bei Kettenmaßeingabe:

  Weg = Kettenmaß + (NV P2 - NV P1) + (WK P2 - WK P1).



15.4 Adressen

Feste Adressen

Diese Adressen sind fest eingerichtet, d. h. die Adresszeichen können nicht geändert werden.

Eine Auflistung findet sich in der Tabelle "Feste Adressen (Seite 484)".

Einstellbare Adressen

Diesen Adressen kann vom Maschinenhersteller über Maschinendatum ein anderer Name zugeordnet werden.

Hinweis

Einstellbare Adressen müssen innerhalb der Steuerung eindeutig sein, d. h. derselbe Adressname darf nicht für unterschiedliche Adresstypen (Achswerte und Endpunkte, Werkzeugorientierung, Interpolationsparameter, ...) verwendet werden.

Eine Auflistung findet sich in der Tabelle "Einstellbare Adressen (Seite 488)".

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.
```

Siehe auch Tabelle "Feste Adressen (Seite 484)".

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.

15.5 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:
  - 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:

Bezeichner	reserviert für:
3. "CYCLE" 4. "CUST_" 5. "GROUP_" 6. "_" 7. "S_" 8. "E_" 9. "F_"	SIEMENS-Zyklen
10. "CCS_"	SIEMENS-Compile-Zyklen
11. "CC_"	Anwender-Compile-Zyklen

Hinweis

Der Anwender sollte Bezeichner wählen, die mit "U" (User) beginnen, da diese Bezeichner vom System, den Compile-Zyklen und SIEMENS-Zyklen nicht verwendet werden.

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.

15.6 Konstanten

Konstante (allg.)

Eine Konstante ist ein Datenelement, dessen Wert sich bei der Ausführung eines Programms nicht ändert, z. B. eine Wertzuweisung an eine Adresse.

Dezimal-Konstante

Der Zahlenwert einer Dezimal-Konstanten wird im Dezimalsystem dargestellt.

INTEGER-Konstante

Eine INTEGER-Konstante ist ein ganzzahliger Wert, d. h. eine Ziffernfolge ohne Dezimalpunkt mit oder ohne Vorzeichen.

Beispiele:

`X10`	Zuweisung des Werts +10 an die Adresse X
`X-35`	Zuweisung des Werts -35 an die Adresse X
`X0`	Zuweisung des Werts 0 an die Adresse X **Hinweis:** X0 kann nicht durch X ersetzt werden.

REAL-Konstante

Eine REAL-Konstante ist eine Ziffernfolge mit Dezimalpunkt mit oder ohne Vorzeichen sowie mit oder ohne Exponent.

Beispiele:

`X10.25`	Zuweisung des Werts +10.25 an die Adresse X
`X-10.25`	Zuweisung des Werts -10.25 an die Adresse X
`X0.25`	Zuweisung des Werts +0.25 an die Adresse X
`X.25`	Zuweisung des Werts +0.25 an die Adresse X, ohne führende "0"
`X=-.1EX-3`	Zuweisung des Werts $-0.1*10^{-3}$ an die Adresse X

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-Konstante

Möglich sind auch Konstanten, die hexadezimal, d. h. in der Basis 16, interpretiert werden. Dabei gelten die Buchstaben A bis F als hexadezimale Ziffern mit den dezimalen Werten 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
`$MC_TOOL_MANAGEMENT_MASK='H7F'`	`; Durch Zuweisung der Hexadezimal-Konstante werden in dem Maschinendatum Bit 0-7 gesetzt.`

Hinweis

Die maximale Zeichenzahl ist durch den Wertebereich des ganzzahligen Datentyps begrenzt.

Binär-Konstante

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
`$MN_AUXFU_GROUP_SPEC='B10000001'`	`; Durch Zuweisung der Binärkonstante werden in dem Maschinendatum Bit 0 und Bit 7 gesetzt.`

Hinweis

Die maximale Zeichenzahl ist durch den Wertebereich des ganzzahligen Datentyps begrenzt.

Tabellen 16

16.1 Anweisungen

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
:	O	NC-Hauptsatznummer, Sprungmarkenabschluss, Kettungsoperator		+		*PGAs/*
*	O	Operator für Multiplikation		+		*PGAs/*
+	O	Operator für Addition		+		*PGAs/*
-	O	Operator für Subtraktion		+		*PGAs/*
<	O	Vergleichsoperator, kleiner		+		*PGAs/*
<<	O	Verkettungsoperator für Strings		+		*PGAs/*
<=	O	Vergleichsoperator, kleiner gleich		+		*PGAs/*
=	O	Zuweisungsoperator		+		*PGAs/*
>=	O	Vergleichsoperator, größer gleich		+		*PGAs/*
/	O	Operator für Division		+		*PGAs/*
/0 … … /7		Satz wird ausgeblendet (1. Ausblendebene) Satz wird ausgeblendet (8. Ausblendebene)		+		*PGs/* Ausblenden von Sätzen (Seite 39)
A	A	Achsname	m/s	+		*PGAs/*
A2	A	Werkzeugorientierung: RPY- oder Eulerwinkel	s	+		*PGAs/*
A3	A	Werkzeugorientierung: Vektorkomponente Richtung- /Flächennormal	s	+		*PGAs/*
A4	A	Werkzeugorientierung: Flächennormalvektor für den Satzanfang	s	+		*PGAs/*
A5	A	Werkzeugorientierung: Flächennormalenvektor für das Satzende	s	+		*PGAs/*
ABS	F	Absolutwert (Betrag)		+	+	*PGAs/*
AC	K	absolute Maßangabe von Koordinaten/Positionen	s	+		*PGs/* Absolutmaßangabe (G90, AC) (Seite 156)
ACC	K	Beeinflussung der aktuellen axialen Beschleunigung	m	+	+	*PGs/* Programmierbare Beschleunigungskorrektur (ACC) (Option) (Seite 129)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
ACCLIMA	K	Beeinflussung der aktuellen maximalen axialen Beschleunigung	m	+	+	*PGAsl*
ACN	K	absolute Maßangabe für Rundachsen, Position in negativer Richtung anfahren	s	+		*PGsl* Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN) (Seite 163)
ACOS	F	Arcus-Cosinus (Trigon. Funktion)		+	+	*PGAsl*
ACP	K	absolute Maßangabe für Rundachsen, Position in positiver Richtung anfahren	s	+		*PGsl* Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN) (Seite 163)
ACTBLOCNO	P	Ausgabe der aktuellen Satznummer eines Alarmsatzes, auch wenn "aktuelle Satzanzeige unterdrückt" (DISPLOF) aktiv ist!		+		*PGAsl*
ADDFRAME	F	Einrechnung und evtl. Aktivierung eines gemessenen Frames		+	-	*PGAsl, FB1sl (K2)*
ADIS	A	Überschleifabstand für Bahnfunktionen G1, G2, G3, ...	m	+		*PGsl* Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Seite 308)
ADISPOS	A	Überschleifabstand für Eilgang G0	m	+		*PGsl* Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Seite 308)
ADISPOSA	P	Größe des Toleranzfenster für IPOBRKA	m	+	+	*PGAsl*
ALF	A	Schnellabhebewinkel	m	+		*PGAsl*
AMIRROR	G	Programmierbare Spiegelung	s	+		*PGsl* Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR) (Seite 345)
AND	K	Logisches UND		+		*PGAsl*
ANG	A	Konturzug-Winkel	s	+		*PGsl* Konturzüge: Eine Gerade (Seite 220)
AP	A	Polarwinkel	m/s	+		*PGsl* Fahrbefehle mit Polarkoordinaten (G0, G1, G2, G3, AP, RP) (Seite 182)
APR	K	Zugriffsschutz lesen / anzeigen		+		*PGAsl*
APRB	K	Zugriffsrecht lesen, BTSS		+		*PGAsl*
APRP	K	Zugriffsrecht lesen, Teileprogramm		+		*PGAsl*
APW	K	Zugriffsschutz schreiben		+		*PGAsl*
APWB	K	Zugriffsrecht schreiben, BTSS		+		*PGAsl*
APWP	K	Zugriffsrecht schreiben, Teileprogramm		+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
APX	K	Definition des Zugriffsschutzes für die Ausführung des angegebenen Sprachelements		+		*PGAs/*
AR	A	Öffnungswinkel	m/s	+		*PGs/* Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR) (Seite 201)
AROT	G	Programmierbare Drehung	s	+		*PGs/* Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL) (Seite 333)
AROTS	G	Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln	s	+		*PGs/* Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS) (Seite 339)
AS	K	Makro-Definition		+		*PGAs/*
ASCALE	G	Programmierbare Skalierung	s	+		*PGs/* Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE) (Seite 342)
ASIN	F	Rechenfunktion, Arcussinus		+	+	*PGAs/*
ASPLINE	G	Akima-Spline	m	+		*PGAs/*
ATAN2	F	Arcus-Tangens2		+	+	*PGAs/*
ATOL	K	achsspezifische Toleranz für Kompressor-Funktionen, Orientierungsglättung und Überschleifarten		+		*PGAs/*
ATRANS	G	additive programmierbare Verschiebung	s	+		*PGs/* Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS) (Seite 326)
AUXFUDEL	P	Hilfsfunktion kanalspezifisch aus der globalen Liste löschen		+	-	*FB1s/ (H2)*
AUXFUDELG	P	Alle Hilfsfunktionen einer Hilfsfunktionsgruppe kanalspezifisch aus der globalen Liste löschen		+	-	*FB1s/ (H2)*
AUXFUMSEQ	P	Ausgabe-Reihenfolge für M-Hilfsfunktionen ermitteln		+	-	*FB1s/ (H2)*
AUXFUSYNC	P	Aus der globalen Liste der Hilfsfunktionen einen vollständigen Teileprogrammsatz für das kanalspezifische SERUPRO-Ende-ASUP als String generieren		+	-	*FB1s/ (H2)*
AX	K	Variabler Achsbezeichner	m/s	+		*PGAs/*
AXCTSWE	P	Achscontainer drehen		+	-	*PGAs/*
AXCTSWEC	P	Freigabe zur Achscontainer-Drehung zurücknehmen		+	+	*PGAs/*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
AXCTSWED	P	Achscontainer drehen (Befehlsvariante für die Inbetriebnahme!)		+	-	*PGAsl*
AXIS	K	Achsbezeichner, Achsadresse		+		*PGAsl*
AXNAME	F	Konvertiert Eingangsstring in Achsbezeichner		+	-	*PGAsl*
AXSTRING	F	Konvertiert den String Spindelnummer		+	-	*PGAsl*
AXTOCHAN	P	Achse für einen bestimmten Kanal anfordern. Ist vom NC-Programm und aus Synchronaktion möglich.		+	+	*PGAsl*
AXTOINT	F	Datentyp einer Achsvariablen von AXIS zu INT wandeln		+	-	*PGAsl*
AXTOSPI	F	konvertiert Achsbezeichner in einen Spindelindex um		+	-	*PGAsl*
B	A	Achsname	m/s	+		*PGAsl*
B2	A	Werkzeugorientierung: RPY- oder Eulerwinkel	s	+		*PGAsl*
B3	A	Werkzeugorientierung: Vektorkomponente Richtung-/Flächen-normal	s	+		*PGAsl*
B4	A	Werkzeugorientierung: Flächennormalvektor für den Satzanfang	s	+		*PGAsl*
B5	A	Werkzeugorientierung: Flächennormalenvektor für das Satzende	s	+		*PGAsl*
B_AND	O	Bitweises UND		+		*PGAsl*
B_OR	O	Bitweises ODER		+		*PGAsl*
B_NOT	O	Bitweise Negierung		+		*PGAsl*
B_XOR	O	Bitweises Exklusiv-ODER		+		*PGAsl*
BAUTO	G	Definieren des ersten Spline-Abschnitts durch die nachfolgenden 3 Punkte	m	+		*PGAsl*
BLOCK	K	Definiert zusammen mit dem Schlüsselwort TO den abzuarbeitenden Programmteil in einem indirekten Unterprogrammlauf		+		*PGAsl*
BLSYNC	K	Bearbeitung der Interruptroutine soll erst mit dem nächsten Satzwechsel beginnen		+		*PGAsl*
BNAT [6]	G	Natürlicher Übergang zum ersten Spline-Satz	m	+		*PGAsl*
BOOL	K	Datentyp: Wahrheitswerte TRUE/FALSE bzw. 1/0		+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
BOUND	F	Prüft, ob Wert innerhalb des definierten Wertebereichs liegt. Gleichheit gibt Prüfwert zurück.		+	+	*PGAs/*
BRISK [6]	G	Sprungförmige Bahnbeschleunigung	m	+		*PGAs/*
BRISKA	P	Sprungförmige Bahnbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten		+	-	*PGAs/*
BSPLINE	G	B-Spline	m	+		*PGAs/*
BTAN	G	Tangentialer Übergang zum ersten Spline-Satz	m	+		*PGAs/*
C	A	Achsname	m/s	+		*PGAs/*
C2	A	Werkzeugorientierung: RPY- oder Eulerwinkel	s	+		*PGAs/*
C3	A	Werkzeugorientierung: Vektorkomponente Richtung- /Flächen-normal	s	+		*PGAs/*
C4	A	Werkzeugorientierung: Flächennormalvektor für den Satzanfang	s	+		*PGAs/*
C5	A	Werkzeugorientierung: Flächennormalenvektor für das Satzende	s	+		*PGAs/*
CAC	K	Absolutes Anfahren einer Position		+		*PGAs/*
CACN	K	In Tabelle abgelegter Wert wird absolut in negativer Richtung angefahren		+		*PGAs/*
CACP	K	In Tabelle abgelegter Wert wird absolut in positiver Richtung angefahren		+		*PGAs/*
CALCDAT	F	Berechnet Radius und Mittelpunkt eines Kreises aus 3 oder 4 Punkten		+	-	*PGAs/*
CALCPOSI	F	Überprüfung auf Schutzbereichs-verletzung, Arbeitsfeldbegrenzung und Softwarelimits		+	-	*PGAs/*
CALL	K	Indirekter Unterprogrammaufruf		+		*PGAs/*
CALLPATH	P	Programmierbarer Suchpfad bei Unterprogrammaufrufen		+	-	*PGAs/*
CANCEL	P	Modale Synchronaktion abbrechen		+	-	*FBSY*
CASE	K	Bedingte Programmverzweigung		+		*PGAs/*
CDC	K	Direktes Anfahren einer Position		+		*PGAs/*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
CDOF [6]	G	Kollisionsüberwachung AUS	m	+		*PGsl* Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2) (Seite 293)
CDOF2	G	Kollisionsüberwachung AUS, bei 3D-Umfangsfräsen	m	+		*PGsl* Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2) (Seite 293)
CDON	G	Kollisionsüberwachung EIN	m	+		*PGsl* Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2) (Seite 293)
CFC [6]	G	Konstanter Vorschub an der Kontur	m	+		*PGsl* Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN) (Seite 135)
CFIN	G	Konstanter Vorschub nur bei Innenkrümmung, nicht bei Außenkrümmung	m	+		*PGsl* Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN) (Seite 135)
CFINE	F	Zuweisung der Fein-Verschiebung an eine FRAME-Variable		+	-	*PGAsl*
CFTCP	G	Konstanter Vorschub im Werkzeugschneiden-Bezugspunkt, Mittelpunkts-bahn	m	+		*PGsl* Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN) (Seite 135)
CHAN	K	Spezifizierung des Gültigkeitsbereichs von Daten		+		*PGAsl*
CHANDATA	P	Kanalnummer für Kanaldatenzugriffe einstellen		+	-	*PGAsl*
CHAR	K	Datentyp: ASCII-Zeichen		+		*PGAsl*
CHF	A	Fase; Wert = Länge der Fase	s	+		*PGsl* Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Seite 250)
CHKDM	F	Prüfung der Eindeutigkeit innerhalb eines Magazins		+	-	*FBWsl*
CHKDNO	F	Eindeutigkeitsprüfung der D-Nummern		+	-	*PGAsl*
CHR	A	Fase; Wert = Länge der Fase in Bewegungsrichtung		+		*PGsl* Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Seite 250)
CIC	K	Inkrementelles Anfahren einer Position		+		*PGAsl*
CIP	G	Kreisinterpolation über Zwischenpunkt	m	+		*PGsl* Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) (Seite 205)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
CLEARM	P	Rücksetzen einer/mehrerer Marken für Kanalkoordinierung		+	+	*PGAs/*
CLRINT	P	Interrupt abwählen		+	-	*PGAs/*
CMIRROR	F	Spiegeln an einer Koordinatenachse		+	-	*PGAs/*
COARSEA	K	Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Grob"	m	+		*PGAs/*
COLLPAIR	F	Prüfen auf Zugehörigkeit zu einem Kollisionspaar		+		PGAsl
COMPCAD	G	Kompressor EIN: Optimierte Oberflächen-güte bei CAD-Programmen	m	+		*PGAs/*
COMPCURV	G	Kompressor EIN: krümmungsstetige Polynome	m	+		*PGAs/*
COMPLETE		Steueranweisung für das Aus- und Einlesen von Daten		+		PGAsl
COMPOF [6]	G	Kompressor AUS	m	+		*PGAs/*
COMPON	G	Kompressor EIN		+		*PGAs/*
CONTDCON	P	Konturdecodierung in Tabellenform EIN		+	-	*PGAs/*
CONTPRON	P	Referenzaufbereitung einschalten		+	-	*PGAs/*
CORROF	P	Alle aktiven überlagerten Bewegungen werden abgewählt.		+	-	*PGs/* Überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF) (Seite 355)
COS	F	Cosinus (Trigon. Funktion)		+	+	*PGAs/*
COUPDEF	P	Definition ELG-Verband / Synchronspindel-Verband		+	-	*PGAs/*
COUPDEL	P	ELG-Verband löschen		+	-	*PGAs/*
COUPOF	P	ELG-Verband / Synchronspindelpaar AUS		+	-	*PGAs/*
COUPOFS	P	Ausschalten ELG-Verband / Synchronspindelpaar mit Stopp der Folgespindel		+	-	*PGAs/*
COUPON	P	ELG-Verband / Synchronspindelpaar EIN		+	-	*PGAs/*
COUPONC	P	Einschalten ELG-Verband / Synchronspindelpaar mit vorhergehender Programmierung übernehmen		+	-	*PGAs/*
COUPRES	P	ELG-Verband rücksetzen		+	-	*PGAs/*
CP [6]	G	Bahnbewegung	m	+		*PGAs/*
CPBC	K	Generische Kopplung: Satzwechselkriterium		+	+	*FB3sl (M3)*
CPDEF	K	Generische Kopplung: Anlegen eines Koppelmoduls		+	+	*FB3sl (M3)*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
CPDEL	K	Generische Kopplung: Löschen eines Koppelmoduls		+	+	*FB3sl (M3)*
CPFMOF	K	Generische Kopplung: Verhalten der Folgeachse beim vollständigen Ausschalten		+	+	*FB3sl (M3)*
CPFMON	K	Generische Kopplung: Verhalten der Folgeachse beim Einschalten		+	+	*FB3sl (M3)*
CPFMSON	K	Generische Kopplung: Synchronisationsmodus		+	+	*FB3sl (M3)*
CPFPOS	K	Generische Kopplung: Synchronposition der Folgeachse		+	+	*FB3sl (M3)*
CPFRS	K	Generische Kopplung: Koordinatenbezugssystem		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLA	K	Generische Kopplung: Definition einer Leitachse		+	-	*FB3sl (M3)*
CPLCTID	K	Generische Kopplung: Nummer der Kurventabelle		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLDEF	K	Generische Kopplung: Definition einer Leitachse und Anlegen eines Koppelmoduls		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLDEL	K	Generische Kopplung: Löschen einer Leitachse eines Koppelmoduls		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLDEN	K	Generische Kopplung: Nenner des Koppelfaktors		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLINSC	K	Generische Kopplung: Skalierfaktor für den Eingangswert einer Leitachse		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLINTR	K	Generische Kopplung: Verschiebewert für den Eingangswert einer Leitachse		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLNUM	K	Generische Kopplung: Zähler des Koppelfaktors		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLOF	K	Generische Kopplung: Ausschalten einer Leitachse eines Koppelmoduls		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLON	K	Generische Kopplung: Einschalten einer Leitachse eines Koppelmoduls		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLOUTSC	K	Generische Kopplung: Skalierfaktor für den Ausgangswert einer Kopplung		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLOUTTR	K	Generische Kopplung: Verschiebewert für den Ausgangswert einer Kopplung		+	+	*FB3sl (M3)*
CPLPOS	K	Generische Kopplung: Synchronposition der Leitachse		+	+	*FB3sl (M3)*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
CPLSETVAL	K	Generische Kopplung: Kopplungsbezug		+	+	*FB3sl (M3)*
CPMALARM	K	Generische Kopplung: Unterdrückung spezieller kopplungsbezogener Alarmausgaben		+	+	*FB3sl (M3)*
CPMBRAKE	K	Generische Kopplung: Verhalten der Folgeachse bei bestimmten Stoppsignalen und -kommandos		+	-	*FB3sl (M3)*
CPMPRT	K	Generische Kopplung: Kopplungsverhalten beim Teileprogrammstart unter Suchlauf via Programmtest		+	+	*FB3sl (M3)*
CPMRESET	K	Generische Kopplung: Kopplungsverhalten bei RESET		+	+	*FB3sl (M3)*
CPMSTART	K	Generische Kopplung: Kopplungsverhalten beim Teileprogrammstart		+	+	*FB3sl (M3)*
CPMVDI	K	Generische Kopplung: Verhalten der Folgeachse auf bestimmte NC/PLC-Nahtstellensignale		+	+	*FB3sl (M3)*
CPOF	K	Generische Kopplung: Ausschalten eines Koppelmoduls		+	+	*FB3sl (M3)*
CPON	K	Generische Kopplung: Einschalten eines Koppelmoduls		+	+	*FB3sl (M3)*
CPRECOF [6]	G	Programmierbare Konturgenauigkeit AUS	m	+		*PGAsl*
CPRECON	G	Programmierbare Konturgenauigkeit EIN	m	+		*PGAsl*
CPRES	K	Generische Kopplung: Aktiviert die projektierten Daten der Synchronspindelkopplung		+	-	
CPROT	P	Kanalspezifischer Schutzbereich EIN/AUS		+	-	*PGAsl*
CPROTDEF	P	Definition eines kanalspezifischen Schutzbereichs		+	-	*PGAsl*
CPSETTYPE	K	Generische Kopplung: Kopplungstyp		+	+	*FB3sl (M3)*
CPSYNCOP	K	Generische Kopplung: Schwellwert für den Positionssynchronlauf "Grob"		+	+	*FB3sl (M3)*
CPSYNCOP2	K	Generische Kopplung: Schwellwert für den Positionssynchronlauf "Grob" 2		+	+	*FB3sl (M3)*

Anweisung	Art 1)	Bedeutung	W 2)	TP 3)	SA 4)	Beschreibung siehe 5)
1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
CPSYNCOV	K	Generische Kopplung: Schwellwert für den Geschwindigkeitssynchronlauf "Grob"		+	+	*FB3sl (M3)*
CPSYNFIP	K	Generische Kopplung: Schwellwert für den Positionssynchronlauf "Fein"		+	+	*FB3sl (M3)*
CPSYNFIP2	K	Generische Kopplung: Schwellwert für den Positionssynchronlauf "Fein" 2		+	+	*FB3sl (M3)*
CPSYNFIV	K	Generische Kopplung: Schwellwert für den Geschwindigkeitssynchronlauf "Fein"		+	+	*FB3sl (M3)*
CR	A	Kreisradius	s	+		*PGsl* Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., CR) (Seite 199)
CROT	F	Drehung des aktuellen Koordinatensystems		+	-	*PGAsl*
CROTS	F	Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (Drehung in den angegebenen Achsen)	s	+	-	*PGsl* Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS) (Seite 339)
CRPL	F	Frame-Drehung in einer beliebigen Ebene		+	-	*FB1sl (K2)*
CSCALE	F	Maßstabsfaktor für mehrere Achsen		+	-	*PGAsl*
CSPLINE	F	Kubischer Spline	m	+		*PGAsl*
CT	G	Kreis mit tangentialem Übergang	m	+		*PGsl* Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT, X... Y... Z...) (Seite 208)
CTAB	F	Ermittle Folgeachsposition anhand der Leitachsposition aus Kurventabelle		+	+	*PGAsl*
CTABDEF	P	Tabellendefinition EIN		+	-	*PGAsl*
CTABDEL	P	Kurventabelle löschen		+	-	*PGAsl*
CTABEND	P	Tabellendefinition AUS		+	-	*PGAsl*
CTABEXISTS	F	Prüft die Kurventabelle mit der Nummer n		+	+	*PGAsl*
CTABFNO	F	Anzahl der noch möglichen Kurventabellen im Speicher		+	+	*PGAsl*
CTABFPOL	F	Anzahl der noch möglichen Polynome im Speicher		+	+	*PGAsl*
CTABFSEG	F	Anzahl der noch möglichen Kurvensegmente im Speicher		+	+	*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
CTABID	F	Liefert Tabellen-Nummer der n-ten Kurventabelle		+	+	*PGAs/*
CTABINV	F	Ermittle Leitachsposition anhand der Folgeachsposition aus Kurventabelle		+	+	*PGAs/*
CTABISLOCK	F	Gibt den Sperrzustand der Kurventabelle mit der Nummer n zurück		+	+	*PGAs/*
CTABLOCK	P	Löschen und Über-schreiben, sperren		+	+	*PGAs/*
CTABMEMTYP	F	Gibt den Speicher zurück, in dem die Kurventabelle mit der Nummer n angelegt ist.		+	+	*PGAs/*
CTABMPOL	F	Anzahl der maximal möglichen Polynome im Speicher		+	+	*PGAs/*
CTABMSEG	F	Anzahl der maximal möglichen Kurvensegmente im Speicher		+	+	*PGAs/*
CTABNO	F	Anzahl der definierten Kurventabellen im SRAM oder DRAM		+	+	*FB3s/ (M3)*
CTABNOMEM	F	Anzahl der definierten Kurventabellen im SRAM oder DRAM		+	+	*PGAs/*
CTABPERIOD	F	Gibt die Tabellenperiodizität der Kurventabelle mit der Nummer n zurück		+	+	*PGAs/*
CTABPOL	F	Anzahl der bereits verwendeten Polynome im Speicher		+	+	*PGAs/*
CTABPOLID	F	Anzahl der von der Kurventabelle mit der Nummer n verwendeten Kurvenpolynome		+	+	*PGAs/*
CTABSEG	F	Anzahl der bereits verwendeten Kurvensegmente im Speicher		+	+	*PGAs/*
CTABSEGID	F	Anzahl der von der Kurventabelle mit der Nummer n verwendeten Kurvensegmente		+	+	*PGAs/*
CTABSEV	F	Liefert den Endwert der Folgeachse eines Segments der Kurventabelle		+	+	*PGAs/*
CTABSSV	F	Liefert den Startwert der Folgeachse eines Segments der Kurventabelle		+	+	*PGAs/*
CTABTEP	F	Liefert den Wert der Leitachse am Kurventabellen-Ende		+	+	*PGAs/*
CTABTEV	F	Liefert den Wert der Folgeachse am Kurventabellen-Ende		+	+	*PGAs/*
CTABTMAX	F	Liefert Maximalwert der Folgeachse der Kurventabelle		+	+	*PGAs/*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
CTABTMIN	F	Liefert Minimalwert der Folgeachse der Kurventabelle		+	+	*PGAsl*
CTABTSP	F	Liefert den Wert der Leitachse am Kurventabellen-Anfang		+	+	*PGAsl*
CTABTSV	F	Liefert den Wert der Folgeachse am Kurventabellen-Anfang		+	+	*PGAsl*
CTABUNLOCK	P	Aufheben der Lösch- und Überschreibsperre		+	+	*PGAsl*
CTOL	K	Konturtoleranz für Kompressor-Funktionen, Orientierungsglättung und Überschleifarten		+		*PGAsl*
CTRANS	F	Nullpunktverschiebung für mehrere Achsen		+	-	*PGAsl*
CUT2D [6]	G	2D-Werkzeugkorrektur	m	+		*PGsl* 2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF) (Seite 296)
CUT2DF	G	2D-Werkzeugkorrektur Die Werkzeugkorrektur wirkt relativ zum aktuellen Frame (schräge Ebene).	m	+		*PGsl* 2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF) (Seite 296)
CUT3DC	G	3D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen	m	+		*PGAsl*
CUT3DCC	G	3D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen	m	+		*PGAsl*
CUT3DCCD	G	3D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen mit Differenzwerkzeug	m	+		*PGAsl*
CUT3DF	G	3D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen	m	+		*PGAsl*
CUT3DFF	G	3D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung abhängig vom aktiven Frame	m	+		*PGAsl*
CUT3DFS	G	3D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung unabhängig vom aktiven Frame	m	+		*PGAsl*
CUTCONOF [6]	G	Konstante Radiuskorrektur AUS	m	+		*PGsl* Werkzeugradiuskorrektur konstant halten (CUTCONON, CUTCONOF) (Seite 300)
CUTCONON	G	Konstante Radiuskorrektur EIN	m	+		*PGsl* Werkzeugradiuskorrektur konstant halten (CUTCONON, CUTCONOF) (Seite 300)

Anweisung	Art 1)	Bedeutung	W 2)	TP 3)	SA 4)	Beschreibung siehe 5)
1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
CUTMOD	K	Funktion "Modifikation der Korrekturdaten bei drehbaren Werkzeugen" einschalten		+		*PGAs/*
CYCLE60	C	Gravurzyklus		+		*PGAs/*
CYCLE61	C	Planfräsen		+		*PGAs/*
CYCLE62	C	Konturaufruf		+		*PGAs/*
CYCLE63	C	Konturtasche fräsen		+		*PGAs/*
CYCLE64	C	Konturtasche vorbohren		+		*PGAs/*
CYCLE70	C	Gewindefräsen		+		*PGAs/*
CYCLE72	C	Bahnfräsen		+		*PGAs/*
CYCLE76	C	Rechteckzapfen fräsen		+		*PGAs/*
CYCLE77	C	Kreiszapfen fräsen		+		*PGAs/*
CYCLE78	C	Bohrgewindefräsen		+		*PGAs/*
CYCLE79	C	Mehrkant		+		*PGAs/*
CYCLE81	C	Bohren, Zentrieren		+		*PGAs/*
CYCLE82	C	Bohren, Plansenken		+		*PGAs/*
CYCLE83	C	Tieflochbohren		+		*PGAs/*
CYCLE84	C	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter		+		*PGAs/*
CYCLE85	C	Reiben		+		*PGAs/*
CYCLE86	C	Ausdrehen		+		*PGAs/*
CYCLE92	C	Abstich		+		*PGAs/*
CYCLE95	C	Konturabspanen		+		*PGAs/*
CYCLE98	C	Gewindekette		+		*PGAs/*
CYCLE99	C	Gewindedrehen		+		*PGAs/*
CYCLE800	C	Schwenken		+		*PGAs/*
CYCLE801	C	Gitter oder Rahmen		+		*PGAs/*
CYCLE802	C	Beliebige Positionen		+		*PGAs/*
CYCLE832	C	High Speed Settings		+		*PGAs/*
CYCLE840	C	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter		+		*PGAs/*
CYCLE899	C	Offene Nut fräsen		+		*PGAs/*
CYCLE930	C	Einstich		+		*PGAs/*
CYCLE940	C	Freistich Formen		+		*PGAs/*
CYCLE951	C	Abspanen		+		*PGAs/*
CYCLE952	C	Konturstechen		+		*PGAs/*
D	A	Werkzeugkorrekturnummer		+		*PGs/* Werkzeugkorrektur-Aufruf (D) (Seite 73)
D0	A	Bei D0 sind die Korrekturen für das Werkzeug unwirksam		+		*PGs/* Werkzeugkorrektur-Aufruf (D) (Seite 73)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
DAC	K	Absolut satzweise achsspezifische Durchmesser-programmierung	s	+		*PGsl* Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Seite 170)
DC	K	Absolute Maßangabe für Rundachsen, Position direkt anfahren	s	+		*PGsl* Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN) (Seite 163)
DEF	K	Variablendefinition		+		*PGAsl*
DEFAULT	K	Zweig in der CASE-Verzweigung		+		*PGAsl*
DEFINE	K	Schlüsselwort für Makrodefinitionen		+		*PGAsl*
DELAYFSTOF	P	Ende eines Stopp-Delay-Bereichs definieren	m	+	-	*PGAsl*
DELAYFSTON	P	Beginn eines Stopp-Delay-Bereichs definieren	m	+	-	*PGAsl*
DELDL	F	Additive Korrekturen löschen		+	-	*PGAsl*
DELDTG	P	Restweglöschen		-	+	*FBSY*
DELETE	P	Die angegebene Datei löschen. Der Dateiname kann mit Pfad und Datei-Kennung angegeben werden.		+	-	*PGAsl*
DELMLOWNER	F	Eigentümermagazinplatz des Werkzeugs löschen		+	-	*FBWsl*
DELMLRES	F	Magazinplatz-Reservierung löschen		+	-	*FBWsl*
DELMT	P	Multitool löschen		+	-	*FBWsl*
DELOBJ	F	Löschen von Elementen von kinematischen Ketten, Schutzbereichen, Schutzbereichselementen, Kollisionspaaren und Transformationsdaten		+		*PGAsl*
DELT	P	Werkzeug löschen		+	-	*FBWsl*
DELTC	P	Werkzeugträgerdatensatz löschen		+	-	*FBWsl*
DELTOOLENV	F	Datensätze zur Beschreibung von Werkzeugumgebungen löschen		+	-	*FB1sl (W1)*
DIACYCOFA	K	Achsspezifische modale Durchmesser-programmierung: AUS in Zyklen	m	+		*FB1sl (P1)*
DIAM90	G	Durchmesserprogrammierung für G90, Radiusprogrammierung für G91	m	+		*PGAsl* Kanalspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) (Seite 168)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
DIAM90A	K	Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung für G90 und AC, Radiusprogrammierung für G91 und IC	m	+		*PGs/* Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Seite 170)
DIAMCHAN	K	Übernahme aller Achsen aus MD Achsfunktionen in den Kanalzustand der Durchmesser-programmierung		+		*PGs/* Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Seite 170)
DIAMCHANA	K	Übernahme Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung		+		*PGs/* Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Seite 170)
DIAMCYCOF	G	Kanalspezifische Durchmesser-programmierung: AUS in Zyklen	m	+		*FB1s/ (P1)*
DIAMOF [6]	G	Durchmesserprogrammierung: AUS Grundstellung siehe Maschinenhersteller	m	+		*PGs/* Kanalspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) (Seite 168)
DIAMOFA	K	Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung: AUS Grundstellung siehe Maschinenhersteller	m	+		*PGs/* Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Seite 170)
DIAMON	G	Durchmesserprogrammierung: EIN	m	+		*PGs/* Kanalspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF) (Seite 168)
DIAMONA	K	Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung: EIN Freischaltung siehe Maschinenhersteller	m	+		*PGs/* Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Seite 170)
DIC	K	Relativ satzweise achsspezifische Durchmesser-programmierung	s	+		*PGs/* Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Seite 170)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
DILF	A	Rückzugsweg (Länge)	m	+		*PGsl* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
DISABLE	P	Interrupt AUS		+	-	*PGAsl*
DISC	A	Überhöhung Übergangskreis Werkzeug-Radiuskorrektur	m	+		*PGsl* Korrektur an den Außenecken (G450, G451, DISC) (Seite 274)
DISCL	A	Abstand des Endpunkts der schnellen Zustellbe-wegung, von der Bearbeitungsebene		+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
DISPLOF	PA	Aktuelle Satzanzeige unterdrücken		+		*PGAsl*
DISPLON	PA	Unterdrückung der aktuellen Satzanzeige aufheben		+		*PGAsl*
DISPR	A	Repos-Bahndifferenz	s	+		*PGAsl*
DISR	A	Repos-Abstand	s	+		*PGAsl*
DISRP	A	Abstand der Rückzugsebene von der Bearbeitungsebene beim weichen An- und Abfahren		+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
DITE	A	Gewindeauslaufweg	m	+		*PGsl* Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE) (Seite 235)
DITS	A	Gewindeeinlaufweg	m	+		*PGsl* Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE) (Seite 235)
DIV	K	Integer-Division		+		*PGAsl*
DL	A	Ortsabhängige additive Werkzeugkorrektur an-wählen (DL, Summen- Einrichtekorrektur)	m	+		*PGAsl*
DO	A	Schlüsselwort für Synchronaktion, löst bei erfüllter Bedingung Aktion aus		-	+	*FBSY*
DRFOF	P	Ausschalten der Handradverschiebungen (DRF)	m	+	-	*PGsl* Überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF) (Seite 355)
DRIVE	G	Geschwindigkeitsabhängige Bahnbeschleunigung	m	+		*PGAsl*
DRIVEA	P	Geknickte Beschleunigungs-kennlinie für die programmierten Achsen einschalten		+	-	*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
DYNFINISH	G	Dynamik für Feinschlichten	m	+		*PGAsl*
DYNNORM [6]	G	Normale Dynamik	m	+		*PGAsl*
DYNPOS	G	Dynamik für Positionierbetrieb, Gewindebohren	m	+		*PGAsl*
DYNROUGH	G	Dynamik für Schruppen	m	+		*PGAsl*
DYNSEMIFIN	G	Dynamik für Schlichten	m	+		*PGAsl*
DZERO	P	Kennzeichnet alle D-Nummern der TO-Einheit als ungültig		+	-	*PGAsl*
EAUTO	G	Festlegung des letzten Spline-Abschnitts durch die letzten 3 Punkte	m	+		*PGAsl*
EGDEF	P	Definition eines elektronischen Getriebes		+	-	*PGAsl*
EGDEL	P	Kopplungsdefinition für die Folgeachse löschen		+	-	*PGAsl*
EGOFC	P	Elektronisches Getriebe kontinuierlich ausschalten		+	-	*PGAsl*
EGOFS	P	Elektronisches Getriebe selektiv ausschalten		+	-	*PGAsl*
EGON	P	Elektronisches Getriebe einschalten		+	-	*PGAsl*
EGONSYN	P	Elektronisches Getriebe einschalten		+	-	*PGAsl*
EGONSYNE	P	Elektronisches Getriebe einschalten, mit Vorgabe von Anfahrmodus		+	-	*PGAsl*
ELSE	K	Programmverzweigung, wenn IF-Bedingung nicht erfüllt		+		*PGAsl*
ENABLE	P	Interrupt EIN		+	-	*PGAsl*
ENAT [6]	G	Natürlicher Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz	m	+		*PGAsl*
ENDFOR	K	Endezeile der FOR-Zählschleife		+		*PGAsl*
ENDIF	K	Endezeile der IF-Verzweigung		+		*PGAsl*
ENDLABEL	K	Endmarke für Teilprogramm-wiederholungen über REPEAT		+		*PGAsl, FB1sl (K1)*
ENDLOOP	K	Endezeile der Endlos-Programmschleife LOOP		+		*PGAsl*
ENDPROC	K	Endezeile eines Programms mit der Anfangszeile PROC		+		
ENDWHILE	K	Endezeile der WHILE-Schleife		+		*PGAsl*
ESRR	P	Antriebsautarkes ESR-Rückziehen im Antrieb parametrieren		+		*PGAsl*
ESRS	P	Antriebsautarkes ESR-Stillsetzen im Antrieb parametrieren		+		*PGAsl*

Anweisung	Art 1)	Bedeutung	W 2)	TP 3)	SA 4)	Beschreibung siehe 5)
1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
ETAN	G	Tangentialer Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz bei Spline-Beginn	m	+		*PGAsl*
EVERY	K	Synchronaktion ausführen bei Übergang der Bedingung von FALSE zu TRUE		-	+	*FBSY*
EX	K	Schlüsselwert für die Wertzuweisung in exponentieller Schreibweise		+		*PGAsl*
EXECSTRING	P	Übergabe einer String-Variablen mit der auszuführenden Teileprogrammzeile		+	-	*PGAsl*
EXECTAB	P	Ein Element aus einer Bewegungstabelle abarbeiten		+	-	*PGAsl*
EXECUTE	P	Programmausführung EIN		+	-	*PGAsl*
EXP	F	Exponentialfunktion ex		+	+	*PGAsl*
EXTCALL	A	Externes Unterprogramm abarbeiten		+	+	*PGAsl*
EXTCLOSE	P	Zum Schreiben geöffnetes externes Gerät/Datei schließen		+	-	*PGAsl*
EXTERN	K	Bekanntmachung eines Unterprogramms mit Parameterübergabe		+		*PGAsl*
EXTOPEN	P	Externes Gerät/Datei für den Kanal zum Schreiben öffnen		+	-	*PGAsl*
F	A	Vorschubwert (in Verbindung mit G4 wird mit F auch die Verweilzeit programmiert)		+	+	*PGsl* Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)
FA	K	Axialer Vorschub	m	+	+	*PGsl* Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Seite 110)
FAD	A	Zustell-Vorschub für Weiches An- und Abfahren		+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
FALSE	K	Logische Konstante: falsch		+		*PGAsl*
FB	A	Satzweiser Vorschub		+		*PGsl* Satzweiser Vorschub (FB) (Seite 141)
FCTDEF	P	Polynomfunktion definieren		+	-	*PGAsl*
FCUB	G	Vorschub nach kubischem Spline veränderlich	m	+		*PGAsl*
FD	A	Bahnvorschub für Handradüberlagerung	s	+		*PGsl* Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA) (Seite 131)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
FDA	K	Axialer Vorschub für Handradüberlagerung	s	+		*PGs/* Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA) (Seite 131)
FENDNORM [6]	G	Eckenverzögerung AUS	m	+		*PGAs/*
FFWOF [6]	G	Vorsteuerung AUS	m	+		*PGAs/*
FFWON	G	Vorsteuerung Ein	m	+		*PGAs/*
FGREF	K	Bezugsradius bei Rundachsen oder Bahnbezugsfaktoren bei Orientierungsachsen (Vektorinterpolation)	m	+		*PGs/* Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)
FGROUP	P	Festlegung der Achse(n) mit Bahnvorschub		+	-	*PGs/* Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)
FI	K	Parameter für Zugriff auf Framedaten: Feinverschiebung		+		*PGAs/*
FIFOCTRL	G	Steuerung des Vorlaufpuffers	m	+		*PGAs/*
FILEDATE	P	Liefert Datum des zuletzt schreibenden Zugriffs auf die Datei		+	-	*PGAs/*
FILEINFO	P	Liefert Summe von FILEDATE, FILESIZE, FILESTAT und FILETIME zusammen		+	-	*PGAs/*
FILESIZE	P	Liefert aktuelle Größe der Datei		+	-	*PGAs/*
FILESTAT	P	Liefert Filestatus der Rechte Lesen, Schreiben, Execute, Anzeigen , Löschen (rwxsd)		+	-	*PGAs/*
FILETIME	P	Liefert Uhrzeit des zuletzt schreibenden Zugriffs auf die Datei		+	-	*PGAs/*
FINEA	K	Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Fein"	m	+		*PGAs/*
FL	K	Grenzgeschwindigkeit für Synchronachsen	m	+		*PGs/* Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)
FLIN	G	Vorschub linear veränderlich	m	+		*PGAs/*
FMA	K	Mehrere Vorschübe axial	m	+		*PGs/* Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Seite 137)
FNORM [6]	G	Vorschub normal nach DIN66025	m	+		*PGAs/*
FOC	K	Satzweise wirksame Moment/Kraft-Begrenzung	s	-	+	*FBSY*
FOCOF	K	Modale Moment/Kraft-Begrenzung ausschalten	m	-	+	*FBSY*
FOCON	K	Modale Moment/Kraft-Begrenzung einschalten	m	-	+	*FBSY*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
FOR	K	Zählschleife mit fester Anzahl von Durchläufen		+		*PGAsl*
FP	A	Festpunkt: Nummer des anzufahrenden Festpunkts	s	+		*PGsl* Festpunkt anfahren (G75) (Seite 377)
FPO	K	Über ein Polynom programmierter Vorschubverlauf		+		*PGAsl*
FPR	P	Kennzeichnung Rundachse		+	-	*PGsl* Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Seite 123)
FPRAOF	P	Umdrehungsvorschub ausschalten		+	-	*PGsl* Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Seite 123)
FPRAON	P	Umdrehungsvorschub einschalten		+	-	*PGsl* Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Seite 123)
FRAME	K	Datentyp zur Festlegung von Koordinatensystemen		+		*PGAsl*
FRC	A	Vorschub für Radius und Fase	s	+		*PGsl* Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Seite 250)
FRCM	A	Vorschub für Radius und Fase modal	m	+		*PGsl* Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Seite 250)
FROM	K	Die Aktion wird ausgeführt, wenn die Bedingung einmal erfüllt ist und solange die Synchronaktion aktiv ist		-	+	*FBSY*
FTOC	P	Werkzeugfeinkorrektur ändern		-	+	*FBSY*
FTOCOF [6]	G	Online wirksame Werkzeugfeinkorrektur AUS	m	+		*PGAsl*
FTOCON	G	Online wirksame Werkzeugfeinkorrektur EIN	m	+		*PGAsl*
FXS	K	Fahren auf Festanschlag ein	m	+	+	*PGsl* Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW) (Seite 381)
FXST	K	Momentgrenze für Fahren auf Festanschlag	m	+	+	*PGsl* Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW) (Seite 381)
FXSW	K	Überwachungsfenster für Fahren auf Festanschlag		+	+	*PGsl* Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW) (Seite 381)
FZ	K	Zahnvorschub	m	+		*PGsl* Zahnvorschub (G95 FZ) (Seite 142)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
G0	G	Linearinterpolation mit Eilgang (Eilgangsbewegung)	m	+		*PGs/* Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF) (Seite 186)
G1 [6]	G	Linearinterpolation mit Vorschub (Geradeninterpolation)	m	+		*PGs/* Geradeninterpolation (G1) (Seite 190)
G2	G	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn	m	+		*PGs/* Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...) (Seite 192)
G3	G	Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn	m	+		*PGs/* Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...) (Seite 192)
G4	G	Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt	s	+		*PGs/* Verweilzeit (G4) (Seite 386)
G5	G	Schrägeinstechschleifen	s	+		*PGAs/*
G7	G	Ausgleichsbewegung beim Schrägeinstechschleifen	s	+		*PGAs/*
G9	G	Genauhalt - Geschwindigkeits-abnahme	s	+		*PGs/* Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603) (Seite 305)
G17 [6]	G	Wahl der Arbeitsebene X/Y	m	+		*PGs/* Wahl der Arbeitsebene (G17/G18/G19) (Seite 153)
G18	G	Wahl der Arbeitsebene Z/X	m	+		*PGs/* Wahl der Arbeitsebene (G17/G18/G19) (Seite 153)
G19	G	Wahl der Arbeitsebene Y/Z	m	+		*PGs/* Wahl der Arbeitsebene (G17/G18/G19) (Seite 153)
G25	G	Untere Arbeitsfeldbegrenzung	s	+		*PGs/* Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26) (Seite 99)
G26	G	Obere Arbeitsfeldbegrenzung	s	+		*PGs/* Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26) (Seite 99)
G33	G	Gewindeschneiden mit konstanter Steigung	m	+		*PGs/*
G34	G	Gewindeschneiden mit linear zunehmender Steigung	m	+		*PGs/* Gewindeschneiden mit zu- oder abnehmender Steigung (G34, G35) (Seite 237)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
G35	G	Gewindeschneiden mit linear abnehmender Steigung	m	+		*PGsl* Gewindeschneiden mit zu- oder abnehmender Steigung (G34, G35) (Seite 237)
G40 [6]	G	Werkzeugradiuskorrektur AUS	m	+		*PGsl* Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN) (Seite 257)
G41	G	Werkzeugradiuskorrektur links von der Kontur	m	+		*PGsl* Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN) (Seite 257)
G42	G	Werkzeugradiuskorrektur rechts von der Kontur	m	+		*PGsl* Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN) (Seite 257)
G53	G	Unterdrückung der aktuellen Nullpunktverschiebung (satzweise)	s	+		*PGsl* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G54	G	1.Einstellbare Nullpunktverschiebung	m	+		*PGsl* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G55	G	2. Einstellbare Nullpunktverschiebung	m	+		*PGsl* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G56	G	3. Einstellbare Nullpunktverschiebung	m	+		*PGsl* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G57	G	4. Einstellbare Nullpunktverschiebung	m	+		*PGsl* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G58 (840D sl)	G	Axiale programmierbare Nullpunktverschiebung absolut, Grobverschiebung	s	+		*PGsl* Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59) (Seite 330)
G58 (828D)	G	5. Einstellbare Nullpunktverschiebung	m	+		*PGsl* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G59 (840D sl)	G	Axiale programmierbare Nullpunktverschiebung additiv, Feinverschiebung	s	+		*PGsl* Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59) (Seite 330)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
G59 (828D)	G	6. Einstellbare Nullpunktverschiebung	m	+		*PGs/* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G60 [6]	G	Genauhalt - Geschwindigkeits-abnahme	m	+		*PGs/* Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603) (Seite 305)
G62	G	Eckenverzögerung an Innenecken bei aktiver Werkzeuradiuskorrektur (G41, G42)	m	+		*PGAs/*
G63	G	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter	s	+		*PGs/* Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (G63) (Seite 248)
G64	G	Bahnsteuerbetrieb	m	+		*PGs/* Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Seite 308)
G70	G	Inch-Maßangabe für geometrische Angaben (Längen)	m	+	+	*PGs/* Inch-Maßangabe oder metrische Maßangabe (G70/G700, G71/G710) (Seite 165)
G71 [6]	G	Metrische Maßangabe für geometrische Angaben (Längen)	m	+	+	*PGs/* Inch-Maßangabe oder metrische Maßangabe (G70/G700, G71/G710) (Seite 165)
G74	G	Referenzpunkt anfahren	s	+		*PGs/* Referenzpunktfahren (G74) (Seite 376)
G75	G	Festpunkt anfahren	s	+		*PGs/* Festpunkt anfahren (G75) (Seite 377)
G90 [6]	G	Maßangabe absolut	m/s	+		*PGs/* Absolutmaßangabe (G90, AC) (Seite 156)
G91	G	Kettenmaßangabe	m/s	+		*PGs/* Kettenmaßangabe (G91, IC) (Seite 159)
G93	G	Zeitreziproker Vorschub 1/min	m	+		*PGs/* Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)
G94 [6]	G	Linearvorschub F in mm/min oder inch/min und Grad/min	m	+		*PGs/* Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)
G95	G	Umdrehungsvorschub F in mm/U oder inch/U	m	+		*PGs/* Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Seite 101)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
G96	G	konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G95) EIN	m	+		*PGsl* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)
G97	G	konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G95) AUS	m	+		*PGsl* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)
G110	G	Polprogrammierung relativ zur letzten programmierten Sollposition	s	+		*PGsl* Bezugspunkt der Polarkoordinaten (G110, G111, G112) (Seite 180)
G111	G	Polprogrammierung relativ zum Nullpunkt des aktuellen Werkstück-Koordinatensystems	s	+		*PGsl* Bezugspunkt der Polarkoordinaten (G110, G111, G112) (Seite 180)
G112	G	Polprogrammierung relativ zum letzten gültigen Pol	s	+		*PGsl* Bezugspunkt der Polarkoordinaten (G110, G111, G112) (Seite 180)
G140 [6]	G	Anfahrrichtung WAB festgelegt durch G41/G42	m	+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G141	G	Anfahrrichtung WAB links der Kontur	m	+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G142	G	Anfahrrichtung WAB rechts der Kontur	m	+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G143	G	Anfahrrichtung WAB tangentenabhängig	m	+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G147	G	Weiches Anfahren mit Gerade	s	+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G148	G	Weiches Abfahren mit Gerade	s	+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
G153	G	Unterdrückung aktueller Frames inklusive Basisframe	s	+		*PGs/* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G247	G	Weiches Anfahren mit Viertelkreis	s	+		*PGs/* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G248	G	Weiches Abfahren mit Viertelkreis	s	+		*PGs/* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G290 [6]	G	Umschalten auf SINUMERIK-Mode EIN	m	+		*FBWs/*
G291	G	Umschalten auf ISO2/3-Mode EIN	m	+		*FBWs/*
G331	G	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, positive Steigung, Rechtslauf	m	+		*PGs/* Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332) (Seite 243)
G332	G	Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, negative Steigung, Linkslauf	m	+		*PGs/* Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332) (Seite 243)
G340 [6]	G	Anfahrsatz räumlich (Tiefe und in der Ebene zugleich (Helix))	m	+		*PGs/* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G341	G	Zuerst in der senkrechten Achse zustellen (z), dann Anfahren in der Ebene	m	+		*PGs/* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G347	G	Weiches Anfahren mit Halbkreis	s	+		*PGs/* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G348	G	Weiches Abfahren mit Halbkreis	s	+		*PGs/* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
G450 [6]	G	Übergangskreis	m	+		*PGs/* Korrektur an den Außenecken (G450, G451, DISC) (Seite 274)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
G451	G	Schnittpunkt der Äquidistanten	m	+		*PGsl* Korrektur an den Außenecken (G450, G451, DISC) (Seite 274)
G460 [6]	G	Einschalten der Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsatz	m	+		*PGsl* An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462) (Seite 289)
G461	G	Einfügen eines Kreises im WRK-Satz	m	+		*PGsl* An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462) (Seite 289)
G462	G	Einfügen einer Geraden im WRK-Satz	m	+		*PGsl* An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462) (Seite 289)
G500 [6]	G	Ausschalten aller einstellbaren Frames, Basisframes sind aktiv	m	+		*PGsl* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G505 ... G599	G	5 ... 99. Einstellbare Nullpunktverschiebung	m	+		*PGsl* Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 149)
G601 [6]	G	Satzwechsel bei Genauhalt fein	m	+		*PGsl* Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603) (Seite 305)
G602	G	Satzwechsel bei Genauhalt grob	m	+		*PGsl* Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603) (Seite 305)
G603	G	Satzwechsel bei IPO-Satzende	m	+		*PGsl* Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603) (Seite 305)
G621	G	Eckenverzögerung an allen Ecken	m	+		*PGAsl*
G641	G	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen nach Wegkriterium (= programmierbarer Überschleifabstand)	m	+		*PGsl* Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Seite 308)
G642	G	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen	m	+		*PGsl* Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Seite 308)
G643	G	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen (satzintern)	m	+		*PGsl* Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Seite 308)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
G644	G	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik	m	+		*PGs/* Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Seite 308)
G645	G	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen von Ecken und tangentialer Satzübergänge unter Einhaltung definierter Toleranzen	m	+		*PGs/* Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS) (Seite 308)
G700	G	Inch-Maßangabe für geometrische und technologische Angaben (Längen, Vorschub)	m	+	+	*PGs/* Inch-Maßangabe oder metrische Maßangabe (G70/G700, G71/G710) (Seite 165)
G710 [6]	G	Metrische Maßangabe für geometrische und technologische Angaben (Längen, Vorschub)	m	+	+	*PGs/* Inch-Maßangabe oder metrische Maßangabe (G70/G700, G71/G710) (Seite 165)
G810 [6], ..., G819	G	Für den OEM-Anwender reservierte G-Gruppe		+		*PGAs/*
G820 [6], ..., G829	G	Für den OEM-Anwender reservierte G-Gruppe		+		*PGAs/*
G931	G	Vorschubvorgabe durch Verfahrzeit	m	+		
G942	G	Linear-Vorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren	m	+		
G952	G	Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren	m	+		
G961	G	konstante Schnittgeschwindigkeit und Linear-Vorschub	m	+		*PGs/* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)
G962	G	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit	m	+		*PGs/* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)
G971	G	Spindeldrehzahl einfrieren und Linear-Vorschub	m	+		*PGs/* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)
G972	G	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Spindeldrehzahl einfrieren	m	+		*PGs/* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
G973	G	Umdrehungsvorschub ohne Spindeldrehzahlbegrenzung	m	+		*PGsl* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)
GEOAX	P	Den Geometrieachsen 1 - 3 neue Kanalachsen zuordnen		+	-	*PGAsl*
GET	P	Freigegebene Achse zwischen Kanälen tauschen		+	+	*PGAsl*
GETACTT	F	Bestimmt das aktive Werkzeug aus einer Gruppe von gleichnamigen Werkzeugen		+	-	*FBWsl*
GETACTTD	F	Bestimmt zu einer absoluten D-Nummer die zugehörige T-Nummer		+	-	*PGAsl*
GETD	P	Achse direkt zwischen Kanälen tauschen		+	-	*PGAsl*
GETDNO	F	Liefert D-Nummer einer Schneide (CE) eines Werkzeugs (T)		+	-	*PGAsl*
GETEXET	P	Lesen der eingewechselten T-Nummer		+	-	*FBWsl*
GETFREELOC	P	Für ein gegebenes Werkzeug einen Leerplatz in den Magazinen suchen		+	-	*FBWsl*
GETSELT	P	Vorgewählte T-Nummer liefern		+	-	*FBWsl*
GETT	F	T-Nummer zu Werkzeugnamen bestimmen		+	-	*FBWsl*
GETTCOR	F	Werkzeuglängen bzw. Werkzeuglängenkomponenten auslesen		+	-	*FB1sl (W1)*
GETTENV	F	T-, D-, und DL-Nummern lesen		+	-	*FB1sl (W1)*
GETVARAP	F	Zugriffsrecht auf eine System-/Anwendervariable lesen		+	-	*PGAsl*
GETVARDFT	F	Standardwert einer System-/Anwendervariablen lesen		+	-	*PGAsl*
GETVARLIM	F	Grenzwerte einer System-/Anwendervariablen lesen		+	-	*PGAsl*
GETVARPHU	F	Physikalische Einheit einer System-/Anwendervariablen lesen		+	-	*PGAsl*
GETVARTYP	F	Datentyp einer System-/Anwendervariablen lesen		+	-	*PGAsl*
GOTO	K	Sprunganweisung erst vorwärts dann rückwärts (Richtung erst zum Programm-Ende und dann zum Programm-Anfang)		+		*PGAsl*
GOTOB	K	Sprunganweisung rückwärts (Richtung Programm-Anfang)		+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
GOTOC	K	Wie GOTO, aber Alarm 14080 "Sprungziel nicht gefunden" unterdrücken		+		*PGAs/*
GOTOF	K	Sprunganweisung vorwärts (Richtung Programm-Ende)		+		*PGAs/*
GOTOS	K	Rücksprung auf Programmanfang		+		*PGAs/*
GP	K	Schlüsselwort zur indirekten Programmierung von Positionsattributen		+		*PGAs/*
GWPSOF	P	Konstante Scheibenumfangs-geschwindigkeit (SUG) abwählen	s	+	-	*PGs/* Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF) (Seite 97)
GWPSON	P	Konstante Scheibenumfangs-geschwindigkeit (SUG) anwählen	s	+	-	*PGs/* Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF) (Seite 97)
H...	A	Hilfsfunktionsausgabe an die PLC		+	+	*PGs/FB1s/ (H2)* Hilfsfunktionsausgaben (Seite 359)
HOLES1	C	Lochreihe		+		*PGAs/*
HOLES2	C	Lochkreis		+		*PGAs/*
I	A	Interpolationsparameter	s	+		*PGs/* Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) (Seite 196)
I1	A	Zwischenpunktkoordinate	s	+		*PGs/* Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, X... Y... Z.../ I... J... K..., AR) (Seite 201)
IC	K	Kettenmaßeingabe	s	+		*PGs/* Kettenmaßangabe (G91, IC) (Seite 159)
ICYCOF	P	Alle Sätze eines Technologiezyklus nach ICYCOF in einem IPO-Takt abarbeiten		+	+	*FBSY*
ICYCON	P	Jeden Satz eines Technologiezyklus nach ICYCON in einem separaten IPO-Takt abarbeiten		+	+	*FBSY*
ID	K	Kennzeichnung für modale Synchronaktionen	m	-	+	*FBSY*
IDS	K	Kennzeichnung für modale statische Synchronaktionen		-	+	*FBSY*
IF	K	Einleitung eines bedingten Sprungs im Teileprogramm / Technologiezyklus		+	+	*PGAs/*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
INDEX	F	Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen		+	-	*PGAsl*
INICF	K	Initialisierung der Variablen bei NewConfig		+		*PGAsl*
INIPO	K	Initialisierung der Variablen bei PowerOn		+		*PGAsl*
INIRE	K	Initialisierung der Variablen bei Reset		+		*PGAsl*
INIT	P	Anwahl eines bestimmten NC-Programms zur Abarbeitung in einem bestimmten Kanal		+	-	*PGAsl*
INITIAL		Erzeugen eines INI-Files über alle Bereiche		+		*PGAsl*
INT	K	Datentyp: Ganzzahliger Wert mit Vorzeichen		+		*PGAsl*
INTERSEC	F	Schnittpunkt zwischen zwei Konturelementen berechnen		+	-	*PGAsl*
INTTOAX	F	Datentyp einer Achsvariablen von INT zu AXIS wandeln		+	-	*PGAsl*
INVCCW	G	Evolvente fahren, gegen den Uhrzeigersinn	m	+		*PGsl* Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW) (Seite 214)
INVCW	G	Evolvente fahren, im Uhrzeigersinn	m	+		*PGsl* Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW) (Seite 214)
INVFRAME	F	Aus einem Frame den inversen Frame berechnen		+	-	*FB1sl (K2)*
IP	K	Variabler Interpolationsparameter		+		*PGAsl*
IPOBRKA	P	Bewegungskriterium ab Einsatzpunkt der Bremsrampe	m	+	+	
IPOENDA	K	Bewegungsende beim Erreichen von "IPO-Stopp"	m	+		*PGAsl*
IPTRLOCK	P	Beginn des suchunfähigen Programmabschnitts auf nächsten Maschinenfunktionssatz einfrieren.	m	+	-	*PGAsl*
IPTRUNLOCK	P	Ende des suchunfähigen Programmabschnitts auf aktuellen Satz zum Unterbrechungszeitpunkt setzen.	m	+	-	*PGAsl*
ISAXIS	F	Prüfen, ob die als Parameter angegebene Geometrieachse 1 ist		+	-	*PGAsl*
ISD	A	Eintauchtiefe	m	+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
ISFILE	F	Prüfen, ob eine Datei im NCK-Anwendungs-speicher vorhanden ist		+	-	*PGAs/*
ISNUMBER	F	Prüfen, ob Eingangsstring in Zahl umgewandelt werden kann		+	-	*PGAs/*
ISOCALL	K	Indirekter Aufruf eines in ISO-Sprache programmierten Programms		+		*PGAs/*
ISVAR	F	Prüfen, ob der Übergabeparameter eine in der NC bekannte Variable enthält		+	-	*PGAs/*
J	A	Interpolationsparameter	s	+		*PGs/* Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) (Seite 196)
J1	A	Zwischenpunktkoordinate	s	+		*PGs/* Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) (Seite 205)
JERKA	P	Über MD eingestelltes Beschleunigungsverhalten für die programmierten Achsen aktivieren		+	-	
JERKLIM	K	Reduktion oder Überhöhung des maximalen axialen Rucks	m	+		*PGAs/*
JERKLIMA	K	Reduktion oder Überhöhung des maximalen axialen Rucks	m	+	+	*PGAs/*
K	A	Interpolationsparameter	s	+		*PGs/* Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) (Seite 196)
K1	A	Zwischenpunktkoordinate	s	+		*PGs/* Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) (Seite 205)
KONT	G	Kontur umfahren bei der Werkzeugkorrektur	m	+		*PGs/* Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Seite 267)
KONTC	G	Mit krümmungsstetigem Polynom an-/abfahren	m	+		*PGs/* Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Seite 267)
KONTT	G	Mit tangentenstetigem Polynom an-/abfahren	m	+		*PGs/* Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Seite 267)
L	A	Unterprogramm-Nummer	s	+	+	*PGAs/*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
LEAD	A	Voreilwinkel 1. Werkzeugorientierung 2. Orientierungpolynome	m	+		*PGAsl*
LEADOF	P	Axiale Leitwerkkopplung AUS		+	+	*PGAsl*
LEADON	P	Axiale Leitwerkkopplung EIN		+	+	*PGAsl*
LENTOAX	F	Liefert Informationen über die Zuordnung der Werkzeuglängen L1, L2 und L3 des aktiven Werkzeugs zur Abszisse, Ordinate und Applikate		+	-	*FB1sl (W1)*
LFOF [6]	G	Schnellrückzug für Gewindeschneiden AUS	m	+		*PGsl* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
LFON	G	Schnellrückzug für Gewindeschneiden EIN	m	+		*PGsl* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
LFPOS	G	Rückzug der mit POLFMASK oder POLFMLIN bekannt gemachten Achse auf die mit POLF programmierte absolute Achsposition	m	+		*PGsl* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
LFTXT [6]	G	Ebene der Rückzugsbewegung beim Schnellabheben wird bestimmt aus der Bahntangente und der aktuellen Werkzeugrichtung	m	+		*PGsl* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
LFWP	G	Ebene der Rückzugsbewegung beim Schnellabheben wird bestimmt durch die aktuelle Arbeitsebene (G17/G18/G19)	m	+		*PGsl* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
LIFTFAST	K	Schnellabheben		+		*PGsl*
LIMS	K	Drehzahlbegrenzung bei G96/G961 und G97	m	+		*PGsl* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)
LLI	K	Unterer Grenzwert von Variablen		+		*PGAsl*
LN	F	Natürlicher Logarithmus		+	+	*PGAsl*
LOCK	P	Synchronaktion mit ID sperren (Technologiezyklus stoppen)		-	+	*FBSY*
LONGHOLE	C	Langloch		+		*PGAsl*
LOOP	K	Einleitung einer Endlosschleife		+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
M0		Programmierter Halt		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M1		Wahlweiser Halt		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M2		Programmende Hauptprogramm (wie M30)		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M3		Spindeldrehrichtung rechts		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M4		Spindeldrehrichtung links		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M5		Spindel Halt		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M6		Werkzeugwechsel		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M17		Programmende Unterprogramm		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M19		Spindelpositionierung auf die im SD43240 eingetragene Position		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M30		Programmende Hauptprogramm (wie M2)		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M40		Automatische Getriebeschaltung		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M41 ... M45		Getriebestufe 1 ... 5		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
M70		Übergang in Achsbetrieb		+	+	*PGs*/ M-Funktionen (Seite 362)
MASLDEF	P	Master/Slave-Achsverband definieren		+	+	*PGAs*/
MASLDEL	P	Master/Slave-Achsverband trennen und Definition des Verbandes löschen		+	+	*PGAs*/
MASLOF	P	Ausschalten einer temporären Kopplung		+	+	*PGAs*/
MASLOFS	P	Ausschalten einer temporären Kopplung mit automatischem Stillsetzen der Slave-Achse		+	+	*PGAs*/
MASLON	P	Einschalten einer temporären Kopplung		+	+	*PGAs*/
MATCH	F	Suchen eines String im String		+	-	*PGAs*/
MAXVAL	F	Größerer Wert zweier Variablen (arithm. Funktion)		+	+	*PGAs*/
MCALL	K	Modaler Unterprogrammaufruf		+		*PGAs*/

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
MEAC	K	Axiales kontinuierliches Messen ohne Restweglöschen	s	+	+	*PGAsl*
MEAFRAME	F	Frame-Berechnung aus Messpunkten		+	-	*PGAsl*
MEAS	A	Messen mit Restweglöschen	s	+		*PGAsl*
MEASA	K	Axiales Messen mit Restweglöschen	s	+	+	*PGAsl*
MEASURE	F	Berechnungsmethode für die Werkstück- und Werkzeugvermessung		+	-	*FB1sl (M5)*
MEAW	A	Messen ohne Restweglöschen	s	+		*PGAsl*
MEAWA	K	Axiales Messen ohne Restweglöschen	s	+	+	*PGAsl*
MI	K	Zugriff auf Frame-Daten: Spiegelung		+		*PGAsl*
MINDEX	F	Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen		+	-	*PGAsl*
MINVAL	F	Kleinerer Wert zweier Variablen (arithm. Funktion)		+	+	*PGAsl*
MIRROR	G	Programmierbare Spiegelung	s	+		*PGAsl* Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR) (Seite 345)
MMC	P	Aus dem Teileprogramm interaktiv Dialogfenster am HMI aufrufen		+	-	*PGAsl*
MOD	K	Modulo-Division		+		*PGAsl*
MODAXVAL	F	Modulo-Position einer Modulo-Rundachse ermitteln		+	-	*PGAsl*
MOV	K	Positionierachse starten		-	+	*FBSY*
MOVT	A	Endpunkt einer Verfahrbewegung in Werkzeugrichtung angeben				*FB1(K2)*
MSG	P	Programmierbare Meldungen	m	+	-	*PGsl* Meldung ausgeben (MSG) (Seite 367)
MVTOOL	P	Sprachbefehl zum Bewegen eines Werkzeugs		+	-	*FBWsl*
N	A	NC-Nebensatznummer		+		*PGsl* Satzregeln (Seite 37)
NAMETOINT	F	Systemvariablenindex ermitteln		+		*PGAsl*
NCK	K	Spezifizierung des Gültigkeitsbereichs von Daten		+		*PGAsl*
NEWCONF	P	Geänderte Maschinendaten übernehmen (entspricht "Maschinendatum wirksam setzen")		+	-	*PGAsl*
NEWMT	F	Neues Multitool anlegen		+	-	*FBWsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
NEWT	F	Neues Werkzeug anlegen		+	-	*FBWsl*
NORM [6]	G	Normaleinstellung im Anfangs-, Endpunkt bei der Werkzeugkorrektur	m	+		*PGsl* Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Seite 267)
NOT	K	Logisches NICHT (Negation)		+		*PGAsl*
NPROT	P	Maschinenspezifischer Schutzbereich EIN/AUS		+	-	*PGAsl*
NPROTDEF	P	Definition eines maschinenspezifischen Schutzbereichs		+	-	*PGAsl*
NUMBER	F	Eingangsstring in Zahl umwandeln		+	-	*PGAsl*
OEMIPO1	G	OEM-Interpolation 1	m	+		*PGAsl*
OEMIPO2	G	OEM-Interpolation 2	m	+		*PGAsl*
OF	K	Schlüsselwort in der CASE-Verzweigung		+		*PGAsl*
OFFN	A	Aufmaß zur programmierten Kontur	m	+		*PGsl* Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN) (Seite 257)
OMA1	A	OEM-Adresse 1	m	+		*PGAsl*
OMA2	A	OEM-Adresse 2	m	+		*PGAsl*
OMA3	A	OEM-Adresse 3	m	+		*PGAsl*
OMA4	A	OEM-Adresse 4	m	+		*PGAsl*
OMA5	A	OEM-Adresse 5	m	+		*PGAsl*
OR	K	Logischer Operator, ODER-Verknüpfung		+		*PGAsl*
ORIAXES	G	Lineare Interpolation der Maschinenachsen oder Orientierungsachsen	m	+		*PGAsl*
ORIAXPOS	G	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen mit Rundachspositionen	m	+		*PGAsl*
ORIC [6]	G	Orientierungsänderungen an Außenecken werden dem einzufügenden Kreissatz überlagert	m	+		*PGAsl*
ORICONCCW	G	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im Gegenuhrzeigersinn	m	+		*PGAsl/FB3sl (F3)*
ORICONCW	G	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im Uhrzeigersinn	m	+		*PGAsl/FB3sl (F4)*
ORICONIO	G	Interpolation auf einer Kreismantelfläche mit Angabe einer Zwischenorientierung	m	+		*PGAsl/FB3sl (F4)*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
ORICONTO	G	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im tangentialen Übergang (Angabe der Endorientierung)	m	+		*PGAsl/FB3sl (F5)*
ORICURVE	G	Interpolation der Orientierung mit Vorgabe der Bewegung zweier Kontaktpunkte des Werkzeugs	m	+		*PGAsl/FB3sl (F6)*
ORID	G	Orientierungsänderungen werden vor dem Kreissatz ausgeführt	m	+		*PGAsl*
ORIEULER [6]	G	Orientierungswinkel über Euler-Winkel	m	+		*PGAsl*
ORIMKS	G	Werkzeugorientierung im Maschinen-Koordinatensystem	m	+		*PGAsl*
ORIPATH	G	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn	m	+		*PGAsl*
ORIPATHS	G	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn, ein Knick im Orientierungsverlauf wird geglättet	m	+		*PGAsl*
ORIPLANE	G	Interpolation in einer Ebene (entspricht ORIVECT) Großkreisinterpolation	m	+		*PGAsl*
ORIRESET	P	Grundstellung der Werkzeugorientierung mit bis zu 3 Orientierungsachsen		+	-	*PGAsl*
ORIROTA [6]	G	Drehwinkel zu einer absolut vorgegebenen Drehrichtung	m	+		*PGAsl*
ORIROTC	G	Tangentialer Drehvektor zur Bahntangente	m	+		*PGAsl*
ORIROTR	G	Drehwinkel relativ zur Ebene zwischen Start- und Endorientierung	m	+		*PGAsl*
ORIROTT	G	Drehwinkel relativ zur Änderung des Orientierungsvektors	m	+		*PGAsl*
ORIRPY	G	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (XYZ)	m	+		*PGAsl*
ORIRPY2	G	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (ZYX)	m	+		*PGAsl*
ORIS	A	Orientierungsänderung	m	+		*PGAsl*
ORISOF [6]	G	Glättung des Orientierungsverlaufs AUS	m	+		*PGAsl*
ORISON	G	Glättung des Orientierungsverlaufs EIN	m	+		*PGAsl*
ORIVECT [6]	G	Großkreisinterpolation (identisch mit ORIPLANE)	m	+		*PGAsl*
ORIVIRT1	G	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)	m	+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
ORIVIRT2	G	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)	m	+		*PGAs/*
ORIWKS [6]	G	Werkzeugorientierung im Werkstück-Koordinatensystem	m	+		*PGAs/*
OS	K	Pendeln ein/aus		+		*PGAs/*
OSB	K	Pendeln: Startpunkt	m	+		*FB1s/ (P5)*
OSC	G	Konstante Glättung Werkzeugorientierung	m	+		*PGAs/*
OSCILL	K	Axis: 1 - 3 Zustellachsen	m	+		*PGAs/*
OSCTRL	K	Optionen pendeln	m	+		*PGAs/*
OSD	G	Überschleifen de Werkzeugorientierung durch Vorgabe der Überschleiflänge mit SD	m	+		*PGAs/*
OSE	K	Pendeln Endpunkt	m	+		*PGAs/*
OSNSC	K	Pendeln: Ausfunkanzahl	m	+		*PGAs/*
OSOF [6]	G	Glättung der Werkzeugorientierung AUS	m	+		*PGAs/*
OSP1	K	Pendeln: linker Umkehrpunkt	m	+		*PGAs/*
OSP2	K	Pendeln rechter Umkehrpunkt	m	+		*PGAs/*
OSS	G	Glättung der Werkzeugorientierung am Satzende	m	+		*PGAs/*
OSSE	G	Glättung der Werkzeugorientierung am Satzanfang und Satzende	m	+		*PGAs/*
OST	G	Überschleifen der Werkzeugorientierung durch Vorgabe der Winkeltoleranz in Grad mit dem SD (maximale Abweichung vom programmiert. Orientierungsverlauf)	m	+		*PGAs/*
OST1	K	Pendeln: Haltepunkt im linken Umkehrpunkt	m	+		*PGAs/*
OST2	K	Pendeln: Haltepunkt im rechten Umkehrpunkt	m	+		*PGAs/*
OTOL	K	Orientierungstoleranz für Kompressor-Funktionen, Orientierungsglättung und Überschleifarten		+		*PGAs/*
OVR	K	Drehzahlkorrektur	m	+		*PGAs/* Programmierbare Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA) (Seite 127)
OVRA	K	Axiale Drehzahlkorrektur	m	+	+	*PGAs/* Programmierbare Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA) (Seite 127)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
OVRRAP	K	Eilgang-Korrektur	m	+		*PGAsl* Programmierbare Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA) (Seite 127)
P	A	Anzahl Unterprogramm-durchläufe		+		*PGAsl*
PAROT	G	Werkstückkoordinatensystem am Werkstück ausrichten	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
PAROTOF [6]	G	Werkstückbezogene Frame-Drehung ausschalten	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
PCALL	K	Unterprogramme mit absoluter Pfadangabe und Parameterübergabe aufrufen		+		*PGAsl*
PDELAYOF	G	Verzögerung beim Stanzen AUS	m	+		*PGAsl*
PDELAYON [6]	G	Verzögerung beim Stanzen EIN	m	+		*PGAsl*
PHI	K	Drehwinkel der Orientierung um die Richtungsachse des Kegels		+		*PGAsl*
PHU	K	Physikalische Einheit einer Variablen		+		*PGAsl*
PL	A	1. B-Spline: Knotenabstand 2. Polynom-Interpolation: Länge des Parameterintervalls bei Polynom-Interpolation	s	+		*PGAsl*
PM	K	pro Minute		+		*PGsl* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
PO	K	Polynomkoeffizient bei Polynom-Interpolation	s	+		*PGAsl*
POCKET3	C	Technologischer Zyklus: Rechtecktasche fräsen		+		*PGAsl*
POCKET4	C	Technologischer Zyklus: Kreistasche fräsen		+		*PGAsl*
POLF	K	Rückzugsposition LIFTFAST	m	+		*PGsl/PGAsl* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
POLFA	P	Rückzugsposition von Einzelachsen mit $AA_ESR_TRIGGER starten	m	+	+	*PGsl* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
POLFMASK	P	Achsen für den Rückzug ohne Zusammenhang zwischen den Achsen freigeben	m	+	-	*PGs/* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
POLFMLIN	P	Achsen für den Rückzug mit linearen Zusammenhang zwischen den Achsen freigeben	m	+	-	*PGs/* Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN) (Seite 239)
POLY	G	Polynom-Interpolation	m	+		*PGAs/*
POLYPATH	P	Polynom-Interpolation selektierbar für die Achsgruppen AXIS oder VECT	m	+	-	*PGAs/*
PON	G	Stanzen EIN	m	+		*PGAs/*
PONS	G	Stanzen EIN im IPO-Takt	m	+		*PGAs/*
POS	K	Achse positionieren		+	+	*PGs/* Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Seite 110)
POSA	K	Achse positionieren über Satzgrenze		+	+	*PGs/* Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Seite 110)
POSM	P	Magazin positionieren		+	-	*FBWs/*
POSMT	P	Multitool auf WZ-Halter auf Platznummer positionieren		+	-	*FBWs/*
POSP	K	Positionieren in Teilstücken (Pendeln)		+		*PGs/* Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Seite 110)
POSRANGE	F	Ermitteln, ob sich die aktuell interpolierte Sollposition einer Achse in einem Fenster um eine vorgegebene Referenzposition befindet		+	+	*FBSY*
POT	F	Quadrat (Arithmetische Funktion)		+	+	*PGAs/*
PR	K	Pro Umdrehung		+		*PGs/* An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR) (Seite 278)
PREPRO	PA	Unterprogramme mit Vorbereitung kennzeichnen		+		*PGAs/*
PRESETON	P	Istwertsetzen für programmierte Achsen		+	+	*PGAs/*
PRIO	K	Schlüsselwort zum Setzen der Priorität bei der Behandlung von Interrupts		+		*PGAs/*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
PRLOC	K	Initialisierung der Variablen bei Reset nur nach lokaler Änderung		+		*PGAsl*
PROC	K	Erste Anweisung eines Programms		+		*PGAsl*
PROTA	P	Neuberechnung des Kollisionsmodells anfordern		+		*PGAsl*
PROTD	F	Abstand zweier Schutzbereiche berechnen		+		*PGAsl*
PROTS	P	Setzen des Schutzbereichszustandes		+		*PGAsl*
PSI	K	Öffnungswinkel des Kegels		+		*PGAsl*
PTP	G	Punkt-zu-Punkt-Bewegung	m	+		*PGAsl*
PTPG0	G	Punkt-zu-Punkt-Bewegung nur bei G0, sonst CP	m	+		*PGAsl*
PUNCHACC	P	Wegabhängige Beschleunigung beim Nibbeln		+	-	*PGAsl*
PUTFTOC	P	Werkzeugfeinkorrektur für paralleles Abrichten		+	-	*PGAsl*
PUTFTOCF	P	Werkzeugfeinkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funktion für paralleles Abrichten		+	-	*PGAsl*
PW	A	B-Spline, Punkt-Gewicht	s	+		*PGAsl*
QU	K	Schnelle Zusatz-(Hilfs-)funktionsausgabe		+		*PGsl* Hilfsfunktionsausgaben (Seite 359)
R...	A	Rechenparameter auch als einstellbarer Adressbezeichner und mit numerischer Erweiterung		+		*PGAsl*
RAC	K	Absolut satzweise achsspezifische Radiusprogrammierung	s	+		*PGsl* Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC) (Seite 170)
RDISABLE	P	Einlesesperre		-	+	*FBSY*
READ	P	Liest in der angegebenen Datei eine oder mehrere Zeilen ein und legt gelesene Informationen im Feld ab		+	-	*PGAsl*
REAL	K	Datentyp: Gleitpunktvariable mit Vorzeichen (reale Zahlen)		+		*PGAsl*
REDEF	K	Einstellung für Maschinendaten, NC-Sprachelemente und Systemvariablen, bei welchen Benutzergruppen sie angezeigt werden		+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
RELEASE	P	Maschinenachsen zum Achstausch freigeben		+	+	*PGAs/*
REP	K	Schlüsselwort zur Initialisierung aller Elemente eines Feldes mit demselben Wert		+		*PGAs/*
REPEAT	K	Wiederholung einer Programmschleife		+		*PGAs/*
REPEATB	K	Wiederholung einer Programmzeile		+		*PGAs/*
REPOSA	G	Wiederanfahren an die Kontur linear mit allen Achsen	s	+		*PGAs/*
REPOSH	G	Wiederanfahren an die Kontur mit Halbkreis	s	+		*PGAs/*
REPOSHA	G	Wiederanfahren an die Kontur mit allen Achsen; Geometrieachsen im Halbkreis	s	+		*PGAs/*
REPOSL	G	Wiederanfahren an die Kontur linear	s	+		*PGAs/*
REPOSQ	G	Wiederanfahren an die Kontur im Viertelkreis	s	+		*PGAs/*
REPOSQA	G	Wiederanfahren an die Kontur linear mit allen Achsen; Geometrieachsen im Viertelkreis	s	+		*PGAs/*
RESET	P	Technologiezyklus rücksetzen		-	+	*FBSY*
RESETMON	P	Sprachbefehl zur Sollwertaktivierung		+	-	*FBWs/*
RET	P	Unterprogrammende		+	+	*PGAs/*
RIC	K	Relativ satzweise achsspezifische Radiusprogrammierung	s	+		*PGs/*
RINDEX	F	Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen		+	-	*PGAs/*
RMB	G	Wiederanfahren an Satzanfangspunkt	m	+		*PGAs/*
RMBBL	G	Wiederanfahren an Satzanfangspunkt	s	+		*PGAs/*
RME	G	Wiederanfahren an Satzendpunkt	m	+		*PGAs/*
RMEBL	G	Wiederanfahren an Satzendpunkt	s	+		*PGAs/*
RMI [6]	G	Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt	m	+		*PGAs/*
RMIBL [6]	G	Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt	s	+		*PGAs/*
RMN	G	Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt	m	+		*PGAs/*
RMNBL	G	Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt	s	+		*PGAs/*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
RND	A	Konturecke verrunden	s	+		*PGsl* Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Seite 250)
RNDM	A	Modales Verrunden	m	+		*PGsl* Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Seite 250)
ROT	G	Programmierbare Drehung	s	+		*PGsl* Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL) (Seite 333)
ROTS	G	Programmierbare Frame-Drehungen mit Raumwinkeln	s	+		*PGsl* Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS) (Seite 339)
ROUND	F	Runden der Nachkommastellen		+	+	*PGAsl*
ROUNDUP	F	Aufrunden eines Eingabewerts		+	+	*PGAsl*
RP	A	Polarradius	m/s	+		*PGsl* Fahrbefehle mit Polarkoordinaten (G0, G1, G2, G3, AP, RP) (Seite 182)
RPL	A	Drehung in der Ebene	s	+		*PGsl* Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS) (Seite 339)
RT	K	Parameter für Zugriff auf Framedaten: Drehung		+		*PGAsl*
RTLIOF	G	G0 ohne Linearinterpolation (Einzelachsinterpolation)	m	+		*PGsl* Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF) (Seite 186)
RTLION [6]	G	G0 mit Linearinterpolation	m	+		*PGsl* Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF) (Seite 186)
S	A	Spindeldrehzahl (bei G4, G96/G961 andere Bedeutung)	m/s	+	+	*PGsl* Spindeldrehzahl (S), Spindeldrehrichtung (M3, M4, M5) (Seite 81)
SAVE	PA	Attribut zur Rettung von Informationen bei Unterprogrammaufrufen		+		*PGAsl*
SBLOF	P	Einzelsatz unterdrücken		+	-	*PGAsl*
SBLON	P	Einzelsatzunterdrückung aufheben		+	-	*PGAsl*
SC	K	Parameter für Zugriff auf Framedaten: Skalierung		+		*PGAsl*
SCALE	G	Programmierbare Skalierung	s	+		*PGsl* Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE) (Seite 342)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
SCC	K	Selektive Zuordnung einer Planachse zu G96/G961/G962. Achsbezeichner können Geo-, Kanal oder Maschinenachse sein.		+		*PGsl* Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC) (Seite 92)
SCPARA	K	Servo-Parameterersatz programmieren		+	+	*PGAsl*
SD	A	Spline-Grad	s	+		*PGAsl*
SET	K	Schlüsselwort zur Initialisierung aller Elemente eines Feldes mit aufgelisteten Werten		+		*PGAsl*
SETAL	P	Alarm setzen		+	+	*PGAsl*
SETDNO	F	D-Nummer der Schneide (CE) eines Werkzeugs (T) zuordnen		+	-	*PGAsl*
SETINT	K	Festlegung, welche Interruptroutine aktiviert werden soll, wenn ein NCK-Eingang ansteht		+		*PGAsl*
SETM	P	Setzen von Markern im eigenen Kanal		+	+	PGAsl
SETMS	P	Zurückschalten auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel		+	-	Spindeldrehzahl (S), Spindeldrehrichtung (M3, M4, M5) (Seite 81)
SETMS(n)	P	Spindel n soll als Masterspindel gelten		+		*PGsl* Spindeldrehzahl (S), Spindeldrehrichtung (M3, M4, M5) (Seite 81)
SETMTH	P	Masterwerkzeughalternummer setzen		+	-	*FBWsl*
SETPIECE	P	Stückzahl für alle Werkzeuge berücksichtigen, die der Spindel zugeordnet sind		+	-	*FBWsl*
SETTA	P	Werkzeug aus Verschleißverbund aktiv setzen		+	-	*FBWsl*
SETTCOR	F	Veränderung von Werkzeugkomponenten unter Berücksichtigung aller Randbedingungen		+	-	*FB1sl (W1)*
SETTIA	P	Werkzeug aus Verschleißverbund inaktiv setzen		+	-	*FBWsl*
SF	A	Startpunktversatz für Gewindeschneiden	m	+		*PGsl* Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF) (Seite 229)
SIN	F	Sinus (Trigon. Funktion)		+	+	*PGAsl*
SIRELAY	F	Die mit SIRELIN, SIRELOUT und SIRELTIME parametrierten Sicherheitfunktionen aktivieren		-	+	*FBSIsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
SIRELIN	P	Eingangsgrößen des Funktionsbausteins initialisieren		+	-	*FBSIsl*
SIRELOUT	P	Ausgangsgrößen des Funktionsbausteins initialisieren		+	-	*FBSIsl*
SIRELTIME	P	Timer des Funktionsbausteins initialisieren		+	-	*FBSIsl*
SLOT1	C	Technologischer Zyklus: Längsnut		+		*PGAsl*
SLOT2	C	Technologischer Zyklus: Kreisnut		+		*PGAsl*
SOFT	G	Ruckbegrenzte Bahnbeschleunigung	m	+		*PGsl*
SOFTA	P	Ruckbegrenzte Achsbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten		+	-	*PGsl*
SON	G	Nibbeln EIN	m	+		*PGAsl*
SONS	G	Nibbeln EIN im IPO-Takt	m	+		*PGAsl*
SPATH [6]	G	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Bogenlänge	m	+		*PGAsl*
SPCOF	P	Masterspindel oder Spindel (n) von Lageregelung in Drehzahlregelung umschalten	m	+	-	*PGsl* Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF) (Seite 113)
SPCON	P	Masterspindel oder Spindel (n) von Drehzahlregelung in Lageregelung umschalten	m	+	-	*PGAsl* Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF) (Seite 113)
SPI	F	Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner		+	-	*PGAsl*
SPIF1 [6]	G	Schnelle NCK-Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln Byte 1	m	+		*FB2sl (N4)*
SPIF2	G	Schnelle NCK-Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln Byte 2	m	+		*FB2sl (N4)*
SPLINEPATH	P	Spline-Verband festlegen		+	-	*PGAsl*
SPN	A	Anzahl der Teilstrecken pro Satz	s	+		*PGAsl*
SPOF [6]	G	Hub AUS, Stanzen, Nibbeln AUS	m	+		*PGAsl*
SPOS	K	Spindelposition	m	+	+	*PGsl* Spindeln positionieren (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) (Seite 115)
SPOSA	K	Spindelposition über Satzgrenzen hinweg	m	+		*PGsl* Spindeln positionieren (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) (Seite 115)
SPP	A	Länge einer Teilstrecke	m	+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
SPRINT	F	Liefert einen Eingangsstring formatiert zurück		+		*PGAs/*
SQRT	F	Quadratwurzel (arithmetische Funktion) (square root)		+	+	*PGAs/*
SR	A	Pendelrückzugsweg für Synchronaktion	s	+		*PGs/* Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Seite 137)
SRA	K	Pendelrückzugsweg bei externem Eingang axial für Synchronaktion	m	+		*PGs/* Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Seite 137)
ST	A	Pendelausfeuerzeit für Synchronaktion	s	+		*PGs/* Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Seite 137)
STA	K	Pendelausfeuerzeit axial für Synchronaktion	m	+		*PGs/* Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA) (Seite 137)
START	P	Starten der ausgewählten Programme in mehreren Kanälen gleichzeitig aus dem laufenden Programm		+	-	*PGAs/*
STARTFIFO [6]	G	Abarbeiten; parallel dazu Auffüllen des Vorlaufpuffers	m	+		*PGAs/*
STAT		Stellung der Gelenke	s	+		*PGAs/*
STOLF	K	G0-Toleranzfaktor	m	+		*PGAs/*
STOPFIFO	G	Anhalten der Bearbeitung; Auffüllen des Vorlaufpuffers, bis STARTFIFO erkannt wird, Vorlaufpuffer voll oder Programmende	m	+		*PGAs/*
STOPRE	P	Vorlaufstopp, bis alle vorbereiteten Sätze vom Hauptlauf abgearbeitet sind		+	-	*PGAs/*
STOPREOF	P	Vorlaufstopp aufheben		-	+	*FBSY*
STRING	K	Datentyp: Zeichenkette		+		*PGAs/*
STRINGIS	F	Prüft vorhandenen NC-Sprachumfang und speziell für diesen Befehl gehörende NC-Zyklennamen, Anwendervariablen, Makros und Labelnamen, ob diese existieren, gültig, definiert oder aktiv sind.		+	-	*PGAs/*
STRLEN	F	Länge eines Strings bestimmen		+	-	*PGAs/*
SUBSTR	F	Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen		+	-	*PGAs/*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
SUPA	G	Unterdrückung der aktuellen Nullpunktverschiebung, einschließlich programmierter Verschiebungen, Systemframes, Handradverschiebungen (DRF), externer Nullpunktverschiebung und überlagerte Bewegung	s	+		*PGsl* Frame abwählen (G53, G153, SUPA, G500) (Seite 354)
SVC	K	Werkzeug-Schnittgeschwindigkeit	m	+		*PGsl* Schnittgeschwindigkeit (SVC) (Seite 85)
SYNFCT	P	Auswertung eines Polynoms abhängig von einer Bedingung in der Bewegungssynchronaktion		-	+	*FBSY*
SYNR	K	Lesen der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt		+		*PGAsl*
SYNRW	K	Lesen und Schreiben der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt		+		*PGAsl*
SYNW	K	Schreiben der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt		+		*PGAsl*
T	A	Werkzeug aufrufen (wechseln nur, wenn im Maschinendatum festgelegt; ansonsten M6-Befehl nötig)		+		*PGsl* Werkzeugwechsel mit T-Befehl (Seite 53)
TAN	F	Tangens (Trigon. Funktion)		+	+	*PGAsl*
TANG	P	Definition des Achsverbandes Tangentiales Nachführen		+	-	*PGAsl*
TANGDEL	P	Löschen der Definition des Achsverbandes Tangentiales Nachführen		+	-	*PGAsl*
TANGOF	P	Tangentielles Nachführen AUS		+	-	*PGAsl*
TANGON	P	Tangentielles Nachführen EIN		+	-	*PGAsl*
TCA (828D: _TCA)	P	Werkzeuganwahl / Werkzeugwechsel unabhängig vom Status des Werkzeugs		+	-	*FBWsl*
TCARR	A	Werkzeugträger (Nummer "m") anfordern		+		*PGAsl*
TCI	P	Wechsle Werkzeug aus Zwischenspeicher in das Magazin		+	-	*FBWsl*
TCOABS [6]	G	Werkzeuglängenkomponenten aus der aktuellen Werkzeugorientierung bestimmen	m	+		*PGAsl*
TCOFR	G	Werkzeuglängenkomponenten aus der Orientierung des aktiven Frames bestimmen	m	+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
TCOFRX	G	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in X-Richtung	m	+		*PGAs/*
TCOFRY	G	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Y-Richtung	m	+		*PGAs/*
TCOFRZ	G	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Z-Richtung	m	+		*PGAs/*
THETA	A	Drehwinkel	s	+		*PGAs/*
TILT	A	Seitwärtswinkel	m	+		*PGAs/*
TLIFT	P	Bei Tangentialsteuerung Zwischensatz an Konturecken einfügen		+	-	*PGAs/*
TML	P	Werkzeuganwahl mit Magazin-Platznummer		+	-	*FBWs/*
TMOF	P	Werkzeugüberwachung abwählen		+	-	*PGAs/*
TMON	P	Werkzeugüberwachung anwählen		+	-	*PGAs/*
TO	K	Bezeichnet den Endwert in einer FOR-Zählschleife		+		*PGAs/*
TOFF	K	Werkzeuglängen-Offset in Richtung der Werkzeuglängenkomponente, die parallel zu der im Index angegebenen Geometrieachse wirkt.	m	+		*PGs/* Programmierbarer Werkzeugkorrektur-Offset (TOFFL, TOFF, TOFFR) (Seite 76)
TOFFL	K	Werkzeuglängen-Offset in Richtung der Werkzeuglängen-komponente L1, L2 bzw. L3	m	+		*PGs/* Programmierbarer Werkzeugkorrektur-Offset (TOFFL, TOFF, TOFFR) (Seite 76)
TOFFOF	P	Online-Werkzeuglängenkorrektur rücksetzen		+	-	*PGAs/*
TOFFON	P	Online-Werkzeuglängenkorrektur aktivieren		+	-	*PGAs/*
TOFFR	A	Werkzeugradius-Offset	m	+		*PGs/* Programmierbarer Werkzeugkorrektur-Offset (TOFFL, TOFF, TOFFR) (Seite 76)
TOFRAME	G	Z-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeug-orientierung ausrichten	m	+		*PGs/* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
TOFRAMEX	G	X-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeug-orientierung ausrichten	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
TOFRAMEY	G	Y-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeug-orientierung ausrichten	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
TOFRAMEZ	G	wie TOFRAME	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
TOLOWER	F	Buchstaben eines Strings in Kleinbuchstaben wandeln		+	-	*PGAsl*
TOOLENV	F	Alle aktuellen Zustände speichern, die für die Bewertung der im Speicher abgelegten Werkzeugdaten von Bedeutung sind		+	-	*FB1sl (W1)*
TOOLGNT	F	Anzahl der Werkzeuge einer Werkzeuggruppe ermitteln		+	-	*FBWsl*
TOOLGT	F	T-Nummer eines Werkzeugs aus einer Werkzeuggruppe ermitteln		+	-	*FBWsl*
TOROT	G	Z-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeug-orientierung ausrichten	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
TOROTOF [6]	G	Framedrehungen in Werkzeugrichung AUS	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
TOROTX	G	X-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeug-orientierung ausrichten	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
TOROTY	G	Y-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeug-orientierung ausrichten	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
TOROTZ	G	wie TOROT	m	+		*PGsl* Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) (Seite 351)
TOUPPER	F	Buchstaben eines Strings in Großbuchstaben wandeln		+	-	*PGAsl*
TOWBCS	G	Verschleißwerte im Basiskoordinatensystem (BKS)	m	+		*PGAsl*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
TOWKCS	G	Verschleißwerte im Koordinatensystem des Werkzeugkopfes bei kinetischer Transformation (unterscheidet sich vom MKS durch Werkzeugdrehung)	m	+		*PGAs/*
TOWMCS	G	Verschleißwerte im Maschinen-Koordinatensystem (MKS)	m	+		*PGAs/*
TOWSTD [6]	G	Grundstellungswert für Korrekturen in der Werkzeuglänge	m	+		*PGAs/*
TOWTCS	G	Verschleißwerte im Werkzeug-Koordinatensystem (Werkzeugträgerbezugspunkt T an der Werkzeughalteraufnahme)	m	+		*PGAs/*
TOWWCS	G	Verschleißwerte im Werkstück-Koordinatensystem (WKS)	m	+		*PGAs/*
TR	K	Verschiebungskomponente einer Frame-Variablen		+		*PGAs/*
TRAANG	P	Transformation schräge Achse		+	-	*PGAs/*
TRACON	P	Kaskadierte Transformation		+	-	*PGAs/*
TRACYL	P	Zylinder: Mantelflächen-Transformation		+	-	*PGAs/*
TRAFOOF	P	Im Kanal aktive Transformationen ausschalten		+	-	*PGAs/*
TRAILOF	P	Achssynchrones Mitschleppen AUS		+	+	*PGAs/*
TRAILON	P	Achssynchrones Mitschleppen EIN		+	+	*PGAs/*
TRANS	G	Programmierbare Verschiebung	s	+		*PGs/* Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS) (Seite 326)
TRANSMIT	P	Polar-Transformation (Stirnflächenbearbeitung)		+	-	*PGAs/*
TRAORI	P	4-, 5-Achstransformation, Generische Transformation		+	-	*PGAs/*
TRUE	K	Logische Konstante: wahr		+		*PGAs/*
TRUNC	F	Abschneiden der Nachkommastellen		+	+	*PGAs/*
TU		Achswinkel	s	+		*PGAs/*
TURN	A	Windungsanzahl für Schraubenlinie	s	+		*PGs/* Schraubenlinien-Interpolation (G2/G3, TURN) (Seite 211)
ULI	K	Oberer Grenzwert von Variablen		+		*PGAs/*
UNLOCK	P	Synchronaktion mit ID freigeben (Technologiezyklus fortsetzen)		-	+	*FBSY*

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
UNTIL	K	Bedingung zur Beendigung einer REPEAT-Schleife		+		*PGAsl*
UPATH	G	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Kurvenparameter	m	+		*PGAsl*
VAR	K	Schlüsselwort: Art der Parameterübergabe		+		*PGAsl*
VELOLIM	K	Reduktion der maximalen axialen Geschwindigkeit	m	+		*PGAsl*
VELOLIMA	K	Reduktion oder Überhöhung der maximalen axialen Geschwindigkeit der Folgeachse	m	+	+	*PGAsl*
WAITC	P	Warten, bis Kopplungssatzwechselkriterium für die Achsen/Spindeln erfüllt ist		+	-	*PGAsl*
WAITE	P	Warten auf das Programmende in einem anderen Kanal.		+	-	*PGAsl*
WAITENC	P	Warten auf synchronisierte bzw. restaurierte Achspositionen		+	-	*PGAsl*
WAITM	P	Warten auf Marker im angegebenen Kanal; vorhergehenden Satz mit Genauhalt beenden.		+	-	*PGAsl*
WAITMC	P	Warten auf Marker im angegeben. Kanal; Genauhalt nur, wenn die anderen Kanäle den Marker noch nicht erreicht haben.		+	-	*PGAsl*
WAITP	P	Warten auf Verfahrende der Positionierachse		+	-	*PGsl* Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Seite 110)
WAITS	P	Warten auf Erreichen der Spindelposition		+	-	*PGsl* Spindeln positionieren (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS) (Seite 115)
WALCS0 [6]	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzung abgewählt	m	+		*PGsl* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS1	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 1 aktiv	m	+		*PGsl* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS2	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 2 aktiv	m	+		*PGsl* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS3	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 3 aktiv	m	+		*PGsl* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
WALCS4	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 4 aktiv	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS5	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 5 aktiv	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS6	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 6 aktiv	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS7	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 7 aktiv	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS8	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 8 aktiv	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS9	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 9 aktiv	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALCS10	G	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungs-gruppe 10 aktiv	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10) (Seite 373)
WALIMOF	G	BKS-Arbeitsfeldbegrenzung AUS	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) (Seite 370)
WALIMON [6]	G	BKS-Arbeitsfeldbegrenzung EIN	m	+		*PGs/* Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) (Seite 370)
WHEN	K	Die Aktion wird zyklisch ausgeführt, wenn die Bedingung erfüllt ist.		-	+	*FBSY*
WHENEVER	K	Die Aktion wird einmal ausgeführt, wenn die Bedingung einmal erfüllt ist.		-	+	*FBSY*
WHILE	K	Beginn der WHILE-Programmschleife		+		*PGAs/*
WRITE	P	Text ins Dateisystem schreiben. Fügt einen Satz am Ende der angegebenen Datei an.		+	-	*PGAs/*
WRTPR	P	Verzögert den Bearbeitungsauftrag ohne dabei den Bahnsteuerbetrieb zu unterbrechen		+	-	*PGAs/* String in BTSS-Variable schreiben (WRTPR) (Seite 369)
X	A	Achsname	m/s	+		*PGs/* Fahrbefehle mit kartesischen Koordinaten (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) (Seite 179)

Anweisung	Art [1]	Bedeutung	W [2]	TP [3]	SA [4]	Beschreibung siehe [5]
[1] [2] [3] [4] [5] Erläuterungen siehe Legende (Seite 458).						
XOR	O	Logisches Exklusiv- ODER		+		*PGAsl*
Y	A	Achsname	m/s	+		*PGsl* Fahrbefehle mit kartesischen Koordinaten (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) (Seite 179)
Z	A	Achsname	m/s	+		*PGsl* Fahrbefehle mit kartesischen Koordinaten (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...) (Seite 179)

Legende

[1] Art der Anweisung:

A Adresse

Bezeichner, dem ein Wert zugewiesen wird (z. B. OVR=10). Es gibt auch einige Adressen, die ohne Wertzuweisung eine Funktion ein- oder ausschalten (z. B. CPLON und CPLOF).

C Technologischer Zyklus

Vordefiniertes Teileprogramm, in dem ein bestimmter Zyklus (Bearbeitungsvorgang), wie z. B. das Bohren eines Gewindes oder das Fräsen einer Tasche, allgemeingültig programmiert ist. Die Anpassung an die konkrete Bearbeitungssituation erfolgt über Parameter, die dem Zyklus beim Aufruf übergeben werden.

F Vordefinierte Funktion (liefert Rückgabewert)

Der Aufruf der vordefinierten Funktion kann als Operand im Ausdruck stehen.

G G-Funktion

G-Funktionen sind in Funktionsgruppen 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).

K Schlüsselwort

Bezeichner, der die Syntax eines Satzes bestimmt. Einem Schlüsselwort wird kein Wert zugewiesen und mit einem Schlüsselwort kann auch keine NC-Funktion ein-/ausgeschaltet werden.

Beispiele: Kontrollstrukturen (IF, ELSE, ENDIF, WHEN, ...), Programmablauf (GOTOB, GOTO, RET …)

O Operator

Operator für eine mathematische, Vergleichs- oder logische Operation

P Vordefinierte Prozedur (liefert keinen Rückgabewert)

P Programmattribut

A Programmattribute stehen am Ende der Definitionszeile eines Unterprogramms:

```
PROC <Programmname>(...) <Programmattribut>
```

Sie bestimmen das Verhalten beim Ablauf des Unterprogramms.

2) Wirksamkeit der Anweisung:
   m modal
   s satzweise
3) Programmierbarkeit im Teileprogramm:
   + programmierbar
   - nicht programmierbar
4) Programmierbarkeit in Synchronaktionen:
   + programmierbar
   - nicht programmierbar
   T programmierbar nur in Technologiezyklen
5) Verweis auf das Dokument, das die ausführliche Beschreibung der Anweisung enthält:
   PGsl Programmierhandbuch Grundlagen
   PGAsl Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung
   BNMsl Programmierhandbuch Messzyklen
   BHDsl Bedienhandbuch Drehen
   BHFsl Bedienhandbuch Fräsen
   FB1sl ( ) Funktionshandbuch Grundfunktionen (mit dem alphanumerischen Kürzel der betreffenden Funktionsbeschreibung in Klammern)
   FB2sl ( ) Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen (mit dem alphanumerischen Kürzel der betreffenden Funktionsbeschreibung in Klammern)
   FB3sl ( ) Funktionshandbuch Sonderfunktionen (mit dem alphanumerischen Kürzel der betreffenden Funktionsbeschreibung in Klammern)
   FBSIsl Funktionshandbuch Safety Integrated
   FBSY Funktionshandbuch Synchronaktionen
   FBWsl Funktionshandbuch Werkzeugverwaltung
6) Standardeinstellung bei Programmanfang (im Auslieferungsstand der Steuerung, wenn nichts anderes programmiert ist).

Bild 16-1 Legende zur Liste der Anweisungen

16.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
:	●	●	●	●	●	●
*	●	●	●	●	●	●
+	●	●	●	●	●	●
-	●	●	●	●	●	●
<	●	●	●	●	●	●
<<	●	●	●	●	●	●
<=	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
=	●	●	●	●	●	●
>=	●	●	●	●	●	●
/	●	●	●	●	●	●
/0 … … /7	● ○	● ○	● ○	● ○	● ○	● ○
A	●	●	●	●	●	●
A2	-	-	-	-	-	-
A3	-	-	-	-	-	-
A4	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-
ABS	●	●	●	●	●	●
AC	●	●	●	●	●	●
ACC	●	●	●	●	●	●
ACCLIMA	●	●	●	●	●	●
ACN	●	●	●	●	●	●
ACOS	●	●	●	●	●	●
ACP	●	●	●	●	●	●
ACTBLOCNO	●	●	●	●	●	●
ADDFRAME	●	●	●	●	●	●
ADIS	●	●	●	●	●	●
ADISPOS	●	●	●	●	●	●
ADISPOSA	●	●	●	●	●	●
ALF	●	●	●	●	●	●
AMIRROR	●	●	●	●	●	●
AND	●	●	●	●	●	●
ANG	●	●	●	●	●	●
AP	●	●	●	●	●	●
APR	●	●	●	●	●	●
APRB	●	●	●	●	●	●
APRP	●	●	●	●	●	●
APW	●	●	●	●	●	●
APWB	●	●	●	●	●	●
APWP	●	●	●	●	●	●
APX	●	●	●	●	●	●
AR	●	●	●	●	●	●
AROT	●	●	●	●	●	●
AROTS	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
AS	●	●	●	●	●	●
ASCALE	●	●	●	●	●	●
ASIN	●	●	●	●	●	●
ASPLINE	-	○	-	○	-	○
ATAN2	●	●	●	●	●	●
ATOL	-	●	-	●	-	●
ATRANS	●	●	●	●	●	●
AUXFUDEL	●	●	●	●	●	●
AUXFUDELG	●	●	●	●	●	●
AUXFUMSEQ	●	●	●	●	●	●
AUXFUSYNC	●	●	●	●	●	●
AX	●	●	●	●	●	●
AXCTSWE	-	-	-	-	-	-
AXCTSWEC	-	-	-	-	-	-
AXCTSWED	-	-	-	-	-	-
AXIS	●	●	●	●	●	●
AXNAME	●	●	●	●	●	●
AXSTRING	●	●	●	●	●	●
AXTOCHAN	●	●	●	●	●	●
AXTOINT	●	●	●	●	●	●
AXTOSPI	●	●	●	●	●	●
B	●	●	●	●	●	●
B2	-	-	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-	-
B4	-	-	-	-	-	-
B5	-	-	-	-	-	-
B_AND	●	●	●	●	●	●
B_OR	●	●	●	●	●	●
B_NOT	●	●	●	●	●	●
B_XOR	●	●	●	●	●	●
BAUTO	-	○	-	○	-	○
BLOCK	●	●	●	●	●	●
BLSYNC	●	●	●	●	●	●
BNAT	-	○	-	○	-	○
BOOL	●	●	●	●	●	●
BOUND	●	●	●	●	●	●
BRISK	●	●	●	●	●	●
BRISKA	●	●	●	●	●	●
BSPLINE	-	○	-	○	-	○

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
BTAN	-	○	-	○	-	○
C	●	●	●	●	●	●
C2	-	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-
C5	-	-	-	-	-	-
CAC	●	●	●	●	●	●
CACN	●	●	●	●	●	●
CACP	●	●	●	●	●	●
CALCDAT	●	●	●	●	●	●
CALCPOSI	●	●	●	●	●	●
CALL	●	●	●	●	●	●
CALLPATH	●	●	●	●	●	●
CANCEL	●	●	●	●	●	●
CASE	●	●	●	●	●	●
CDC	●	●	●	●	●	●
CDOF	●	●	●	●	●	●
CDOF2	●	●	●	●	●	●
CDON	●	●	●	●	●	●
CFC	●	●	●	●	●	●
CFIN	●	●	●	●	●	●
CFINE	●	●	●	●	●	●
CFTCP	●	●	●	●	●	●
CHAN	●	●	●	●	●	●
CHANDATA	●	●	●	●	●	●
CHAR	●	●	●	●	●	●
CHF	●	●	●	●	●	●
CHKDM	●	●	●	●	●	●
CHKDNO	●	●	●	●	●	●
CHR	●	●	●	●	●	●
CIC	●	●	●	●	●	●
CIP	●	●	●	●	●	●
CLEARM	-	-	-	-	-	-
CLRINT	●	●	●	●	●	●
CMIRROR	●	●	●	●	●	●
COARSEA	●	●	●	●	●	●
COLLPAIR	-	-	-	-	-	-
COMPCAD	-	○	-	○	-	○
COMPCURV	-	○	-	○	-	○

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
COMPLETE	●	●	●	●	●	●
COMPOF	-	○	-	○	-	○
COMPON	-	○	-	○	-	○
CONTDCON	●	●	●	●	●	●
CONTPRON	●	●	●	●	●	●
CORROF	●	●	●	●	●	●
COS	●	●	●	●	●	●
COUPDEF	○	-	○	-	○	-
COUPDEL	○	-	○	-	○	-
COUPOF	○	-	○	-	○	-
COUPOFS	○	-	○	-	○	-
COUPON	○	-	○	-	○	-
COUPONC	○	-	○	-	○	-
COUPRES	○	-	○	-	○	-
CP	●	●	●	●	●	●
CPBC	●	●	●	●	●	●
CPDEF	●	●	●	●	●	●
CPDEL	●	●	●	●	●	●
CPFMOF	●	●	●	●	●	●
CPFMON	●	●	●	●	●	●
CPFMSON	●	●	●	●	●	●
CPFPOS	●	●	●	●	●	●
CPFRS	●	●	●	●	●	●
CPLA	●	●	●	●	●	●
CPLCTID	●	●	●	●	●	●
CPLDEF	●	●	●	●	●	●
CPLDEL	●	●	●	●	●	●
CPLDEN	●	●	●	●	●	●
CPLINSC	●	●	●	●	●	●
CPLINTR	●	●	●	●	●	●
CPLNUM	●	●	●	●	●	●
CPLOF	●	●	●	●	●	●
CPLON	●	●	●	●	●	●
CPLOUTSC	●	●	●	●	●	●
CPLOUTTR	●	●	●	●	●	●
CPLPOS	●	●	●	●	●	●
CPLSETVAL	●	●	●	●	●	●
CPMALARM	●	●	●	●	●	●
CPMBRAKE	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
CPMPRT	●	●	●	●	●	●
CPMRESET	●	●	●	●	●	●
CPMSTART	●	●	●	●	●	●
CPMVDI	●	●	●	●	●	●
CPOF	●	●	●	●	●	●
CPON	●	●	●	●	●	●
CPRECOF	●	●	●	●	●	●
CPRECON	●	●	●	●	●	●
CPRES	●	●	●	●	●	●
CPROT	●	●	●	●	●	●
CPROTDEF	●	●	●	●	●	●
CPSETTYPE	●	●	●	●	●	●
CPSYNCOP	●	●	●	●	●	●
CPSYNCOP2	●	●	●	●	●	●
CPSYNCOV	●	●	●	●	●	●
CPSYNFIP	●	●	●	●	●	●
CPSYNFIP2	●	●	●	●	●	●
CPSYNFIV	●	●	●	●	●	●
CR	●	●	●	●	●	●
CROT	●	●	●	●	●	●
CROTS	●	●	●	●	●	●
CRPL	●	●	●	●	●	●
CSCALE	●	●	●	●	●	●
CSPLINE	-	○	-	○	-	○
CT	●	●	●	●	●	●
CTAB	-	-	-	-	-	-
CTABDEF	-	-	-	-	-	-
CTABDEL	-	-	-	-	-	-
CTABEND	-	-	-	-	-	-
CTABEXISTS	-	-	-	-	-	-
CTABFNO	-	-	-	-	-	-
CTABFPOL	-	-	-	-	-	-
CTABFSEG	-	-	-	-	-	-
CTABID	-	-	-	-	-	-
CTABINV	-	-	-	-	-	-
CTABISLOCK	-	-	-	-	-	-
CTABLOCK	-	-	-	-	-	-
CTABMEMTYP	-	-	-	-	-	-
CTABMPOL	-	-	-	-	-	-

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
CTABMSEG	-	-	-	-	-	-
CTABNO	-	-	-	-	-	-
CTABNOMEM	-	-	-	-	-	-
CTABPERIOD	-	-	-	-	-	-
CTABPOL	-	-	-	-	-	-
CTABPOLID	-	-	-	-	-	-
CTABSEG	-	-	-	-	-	-
CTABSEGID	-	-	-	-	-	-
CTABSEV	-	-	-	-	-	-
CTABSSV	-	-	-	-	-	-
CTABTEP	-	-	-	-	-	-
CTABTEV	-	-	-	-	-	-
CTABTMAX	-	-	-	-	-	-
CTABTMIN	-	-	-	-	-	-
CTABTSP	-	-	-	-	-	-
CTABTSV	-	-	-	-	-	-
CTABUNLOCK	-	-	-	-	-	-
CTOL	-	○	-	○	-	○
CTRANS	●	●	●	●	●	●
CUT2D	●	●	●	●	●	●
CUT2DF	●	●	●	●	●	●
CUT3DC	-	-	-	-	-	-
CUT3DCC	-	-	-	-	-	-
CUT3DCCD	-	-	-	-	-	-
CUT3DF	-	-	-	-	-	-
CUT3DFF	-	-	-	-	-	-
CUT3DFS	-	-	-	-	-	-
CUTCONOF	●	●	●	●	●	●
CUTCONON	●	●	●	●	●	●
CUTMOD	●	●	●	●	●	●
CYCLE...	●	●	●	●	●	●
D	●	●	●	●	●	●
D0	●	●	●	●	●	●
DAC	●	●	●	●	●	●
DC	●	●	●	●	●	●
DEF	●	●	●	●	●	●
DEFINE	●	●	●	●	●	●
DEFAULT	●	●	●	●	●	●
DELAYFSTON	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
DELAYFSTOF	●	●	●	●	●	●
DELDL	●	●	●	●	●	●
DELDTG	●	●	●	●	●	●
DELETE	●	●	●	●	●	●
DELMLOWNER	●	●	●	●	●	●
DELMLRES	●	●	●	●	●	●
DELMT	●	●	●	●	●	●
DELOBJ	-	-	-	-	-	-
DELT	●	●	●	●	●	●
DELTC	●	●	●	●	●	●
DELTOOLENV	●	●	●	●	●	●
DIACYCOFA	●	●	●	●	●	●
DIAM90	●	●	●	●	●	●
DIAM90A	●	●	●	●	●	●
DIAMCHAN	●	●	●	●	●	●
DIAMCHANA	●	●	●	●	●	●
DIAMCYCOF	●	●	●	●	●	●
DIAMOF	●	●	●	●	●	●
DIAMOFA	●	●	●	●	●	●
DIAMON	●	●	●	●	●	●
DIAMONA	●	●	●	●	●	●
DIC	●	●	●	●	●	●
DILF	●	●	●	●	●	●
DISABLE	●	●	●	●	●	●
DISC	●	●	●	●	●	●
DISCL	●	●	●	●	●	●
DISPLOF	●	●	●	●	●	●
DISPLON	●	●	●	●	●	●
DISPR	●	●	●	●	●	●
DISR	●	●	●	●	●	●
DISRP	●	●	●	●	●	●
DITE	●	●	●	●	●	●
DITS	●	●	●	●	●	●
DIV	●	●	●	●	●	●
DL	-	-	-	-	-	-
DO	●	●	●	●	●	●
DRFOF	●	●	●	●	●	●
DRIVE	●	●	●	●	●	●
DRIVEA	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
DYNFINISH	●	●	●	●	●	●
DYNNORM	●	●	●	●	●	●
DYNPOS	●	●	●	●	●	●
DYNROUGH	●	●	●	●	●	●
DYNSEMIFIN	●	●	●	●	●	●
DZERO	●	●	●	●	●	●
EAUTO	-	○	-	○	-	○
EGDEF	-	-	-	-	-	-
EGDEL	-	-	-	-	-	-
EGOFC	-	-	-	-	-	-
EGOFS	-	-	-	-	-	-
EGON	-	-	-	-	-	-
EGONSYN	-	-	-	-	-	-
EGONSYNE	-	-	-	-	-	-
ELSE	●	●	●	●	●	●
ENABLE	●	●	●	●	●	●
ENAT	-	○	-	○	-	○
ENDFOR	●	●	●	●	●	●
ENDIF	●	●	●	●	●	●
ENDLABEL	●	●	●	●	●	●
ENDLOOP	●	●	●	●	●	●
ENDPROC	●	●	●	●	●	●
ENDWHILE	●	●	●	●	●	●
ESRR	●	●	●	●	●	●
ESRS	●	●	●	●	●	●
ETAN	-	○	-	○	-	○
EVERY	●	●	●	●	●	●
EX	●	●	●	●	●	●
EXECSTRING	●	●	●	●	●	●
EXECTAB	●	●	●	●	●	●
EXECUTE	●	●	●	●	●	●
EXP	●	●	●	●	●	●
EXTCALL	●	●	●	●	●	●
EXTCLOSE	●	●	●	●	●	●
EXTERN	●	●	●	●	●	●
EXTOPEN	●	●	●	●	●	●
F	●	●	●	●	●	●
FA	●	●	●	●	●	●
FAD	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
FALSE	●	●	●	●	●	●
FB	●	●	●	●	●	●
FCTDEF	-	-	-	-	-	-
FCUB	●	●	●	●	●	●
FD	●	●	●	●	●	●
FDA	●	●	●	●	●	●
FENDNORM	●	●	●	●	●	●
FFWOF	●	●	●	●	●	●
FFWON	●	●	●	●	●	●
FGREF	●	●	●	●	●	●
FGROUP	●	●	●	●	●	●
FI	●	●	●	●	●	●
FIFOCTRL	●	●	●	●	●	●
FILEDATE	●	●	●	●	●	●
FILEINFO	●	●	●	●	●	●
FILESIZE	●	●	●	●	●	●
FILESTAT	●	●	●	●	●	●
FILETIME	●	●	●	●	●	●
FINEA	●	●	●	●	●	●
FL	●	●	●	●	●	●
FLIN	●	●	●	●	●	●
FMA	-	-	-	-	-	-
FNORM	●	●	●	●	●	●
FOCOF	○	-	○	-	○	-
FOCON	○	-	○	-	○	-
FOR	●	●	●	●	●	●
FP	●	●	●	●	●	●
FPO	-	-	-	-	-	-
FPR	●	●	●	●	●	●
FPRAOF	●	●	●	●	●	●
FPRAON	●	●	●	●	●	●
FRAME	●	●	●	●	●	●
FRC	●	●	●	●	●	●
FRCM	●	●	●	●	●	●
FROM	●	●	●	●	●	●
FTOC	●	●	●	●	●	●
FTOCOF	●	●	●	●	●	●
FTOCON	●	●	●	●	●	●
FXS	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
FXST	●	●	●	●	●	●
FXSW	●	●	●	●	●	●
FZ	●	●	●	●	●	●
G0	●	●	●	●	●	●
G1	●	●	●	●	●	●
G2	●	●	●	●	●	●
G3	●	●	●	●	●	●
G4	●	●	●	●	●	●
G5	●	●	●	●	●	●
G7	●	●	●	●	●	●
G9	●	●	●	●	●	●
G17	●	●	●	●	●	●
G18	●	●	●	●	●	●
G19	●	●	●	●	●	●
G25	●	●	●	●	●	●
G26	●	●	●	●	●	●
G33	●	●	●	●	●	●
G34	●	●	●	●	●	●
G35	●	●	●	●	●	●
G40	●	●	●	●	●	●
G41	●	●	●	●	●	●
G42	●	●	●	●	●	●
G53	●	●	●	●	●	●
G54	●	●	●	●	●	●
G55	●	●	●	●	●	●
G56	●	●	●	●	●	●
G57	●	●	●	●	●	●
G58	●	●	●	●	●	●
G59	●	●	●	●	●	●
G60	●	●	●	●	●	●
G62	●	●	●	●	●	●
G63	●	●	●	●	●	●
G64	●	●	●	●	●	●
G70	●	●	●	●	●	●
G71	●	●	●	●	●	●
G74	●	●	●	●	●	●
G75	●	●	●	●	●	●
G90	●	●	●	●	●	●
G91	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
G93	●	●	●	●	●	●
G94	●	●	●	●	●	●
G95	●	●	●	●	●	●
G96	●	●	●	●	●	●
G97	●	●	●	●	●	●
G110	●	●	●	●	●	●
G111	●	●	●	●	●	●
G112	●	●	●	●	●	●
G140	●	●	●	●	●	●
G141	●	●	●	●	●	●
G142	●	●	●	●	●	●
G143	●	●	●	●	●	●
G147	●	●	●	●	●	●
G148	●	●	●	●	●	●
G153	●	●	●	●	●	●
G247	●	●	●	●	●	●
G248	●	●	●	●	●	●
G290	●	●	●	●	●	●
G291	●	●	●	●	●	●
G331	●	●	●	●	●	●
G332	●	●	●	●	●	●
G340	●	●	●	●	●	●
G341	●	●	●	●	●	●
G347	●	●	●	●	●	●
G348	●	●	●	●	●	●
G450	●	●	●	●	●	●
G451	●	●	●	●	●	●
G460	●	●	●	●	●	●
G461	●	●	●	●	●	●
G462	●	●	●	●	●	●
G500	●	●	●	●	●	●
G505 ... G599	●	●	●	●	●	●
G601	●	●	●	●	●	●
G602	●	●	●	●	●	●
G603	●	●	●	●	●	●
G621	●	●	●	●	●	●
G641	●	●	●	●	●	●
G642	●	●	●	●	●	●
G643	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
G644	●	●	●	●	●	●
G645	●	●	●	●	●	●
G700	●	●	●	●	●	●
G710	●	●	●	●	●	●
G810 ... G819	-	-	-	-	-	-
G820 ... G829	-	-	-	-	-	-
G931	●	●	●	●	●	●
G942	●	●	●	●	●	●
G952	●	●	●	●	●	●
G961	●	●	●	●	●	●
G962	●	●	●	●	●	●
G971	●	●	●	●	●	●
G972	●	●	●	●	●	●
G973	●	●	●	●	●	●
GEOAX	●	●	●	●	●	●
GET	●	●	●	●	●	●
GETACTT	●	●	●	●	●	●
GETACTTD	●	●	●	●	●	●
GETD	●	●	●	●	●	●
GETDNO	●	●	●	●	●	●
GETEXET	●	●	●	●	●	●
GETFREELOC	●	●	●	●	●	●
GETSELT	●	●	●	●	●	●
GETT	●	●	●	●	●	●
GETTCOR	●	●	●	●	●	●
GETTENV	●	●	●	●	●	●
GETVARAP	●	●	●	●	●	●
GETVARDFT	●	●	●	●	●	●
GETVARLIM	●	●	●	●	●	●
GETVARPHU	●	●	●	●	●	●
GETVARTYP	●	●	●	●	●	●
GOTO	●	●	●	●	●	●
GOTOB	●	●	●	●	●	●
GOTOC	●	●	●	●	●	●
GOTOF	●	●	●	●	●	●
GOTOS	●	●	●	●	●	●
GP	●	●	●	●	●	●
GWPSOF	●	●	●	●	●	●
GWPSON	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
H...	●	●	●	●	●	●
HOLES1	●	●	●	●	●	●
HOLES2	●	●	●	●	●	●
I	●	●	●	●	●	●
I1	●	●	●	●	●	●
IC	●	●	●	●	●	●
ICYCOF	●	●	●	●	●	●
ICYCON	●	●	●	●	●	●
ID	●	●	●	●	●	●
IDS	●	●	●	●	●	●
IF	●	●	●	●	●	●
INDEX	●	●	●	●	●	●
INIPO	●	●	●	●	●	●
INIRE	●	●	●	●	●	●
INICF	●	●	●	●	●	●
INIT	-	-	-	-	-	-
INITIAL	●	●	●	●	●	●
INT	●	●	●	●	●	●
INTERSEC	●	●	●	●	●	●
INTTOAX	●	●	●	●	●	●
INVCCW	-	-	-	-	-	-
INVCW	-	-	-	-	-	-
INVFRAME	●	●	●	●	●	●
IP	●	●	●	●	●	●
IPOBRKA	●	●	●	●	●	●
IPOENDA	●	●	●	●	●	●
IPTRLOCK	●	●	●	●	●	●
IPTRUNLOCK	●	●	●	●	●	●
ISAXIS	●	●	●	●	●	●
ISD	-	-	-	-	-	-
ISFILE	●	●	●	●	●	●
ISNUMBER	●	●	●	●	●	●
ISOCALL	●	●	●	●	●	●
ISVAR	●	●	●	●	●	●
J	●	●	●	●	●	●
J1	●	●	●	●	●	●
JERKA	●	●	●	●	●	●
JERKLIM	●	●	●	●	●	●
JERKLIMA	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
K	●	●	●	●	●	●
K1	●	●	●	●	●	●
KONT	●	●	●	●	●	●
KONTC	●	●	●	●	●	●
KONTT	●	●	●	●	●	●
L	●	●	●	●	●	●
LEAD Werkzeugorientierung Orientierungspolyn.	 - -	 - -	 - -	 - -	 - -	 - -
LEADOF	-	-	-	-	-	-
LEADON	-	-	-	-	-	-
LENTOAX	●	●	●	●	●	●
LFOF	●	●	●	●	●	●
LFON	●	●	●	●	●	●
LFPOS	●	●	●	●	●	●
LFTXT	●	●	●	●	●	●
LFWP	●	●	●	●	●	●
LIFTFAST	●	●	●	●	●	●
LIMS	●	●	●	●	●	●
LLI	●	●	●	●	●	●
LN	●	●	●	●	●	●
LOCK	●	●	●	●	●	●
LONGHOLE	-	-	-	-	-	-
LOOP	●	●	●	●	●	●
M0	●	●	●	●	●	●
M1	●	●	●	●	●	●
M2	●	●	●	●	●	●
M3	●	●	●	●	●	●
M4	●	●	●	●	●	●
M5	●	●	●	●	●	●
M6	●	●	●	●	●	●
M17	●	●	●	●	●	●
M19	●	●	●	●	●	●
M30	●	●	●	●	●	●
M40	●	●	●	●	●	●
M41 ... M45	●	●	●	●	●	●
M70	●	●	●	●	●	●
MASLDEF	●	●	●	●	●	●
MASLDEL	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
MASLOF	●	●	●	●	●	●
MASLOFS	●	●	●	●	●	●
MASLON	●	●	●	●	●	●
MATCH	●	●	●	●	●	●
MAXVAL	●	●	●	●	●	●
MCALL	●	●	●	●	●	●
MEAC	-	-	-	-	-	-
MEAFRAME	●	●	●	●	●	●
MEAS	●	●	●	●	●	●
MEASA	-	-	-	-	-	-
MEASURE	●	●	●	●	●	●
MEAW	●	●	●	●	●	●
MEAWA	-	-	-	-	-	-
MI	●	●	●	●	●	●
MINDEX	●	●	●	●	●	●
MINVAL	●	●	●	●	●	●
MIRROR	●	●	●	●	●	●
MMC	●	●	●	●	●	●
MOD	●	●	●	●	●	●
MODAXVAL	●	●	●	●	●	●
MOV	●	●	●	●	●	●
MOVT	●	●	●	●	●	●
MSG	●	●	●	●	●	●
MVTOOL	●	●	●	●	●	●
N	●	●	●	●	●	●
NAMETOINT	-	-	-	-	-	-
NCK	●	●	●	●	●	●
NEWCONF	●	●	●	●	●	●
NEWMT	●	●	●	●	●	●
NEWT	●	●	●	●	●	●
NORM	●	●	●	●	●	●
NOT	●	●	●	●	●	●
NPROT	●	●	●	●	●	●
NPROTDEF	●	●	●	●	●	●
NUMBER	●	●	●	●	●	●
OEMIPO1	-	-	-	-	-	-
OEMIPO2	-	-	-	-	-	-
OF	●	●	●	●	●	●
OFFN	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
OMA1	-	-	-	-	-	-
OMA2	-	-	-	-	-	-
OMA3	-	-	-	-	-	-
OMA4	-	-	-	-	-	-
OMA5	-	-	-	-	-	-
OR	●	●	●	●	●	●
ORIAXES	-	-	-	-	-	-
ORIAXPOS	-	-	-	-	-	-
ORIC	-	-	-	-	-	-
ORICONCCW	-	-	-	-	-	-
ORICONCW	-	-	-	-	-	-
ORICONIO	-	-	-	-	-	-
ORICONTO	-	-	-	-	-	-
ORICURVE	-	-	-	-	-	-
ORID	-	-	-	-	-	-
ORIEULER	-	-	-	-	-	-
ORIMKS	-	-	-	-	-	-
ORIPATH	-	-	-	-	-	-
ORIPATHS	-	-	-	-	-	-
ORIPLANE	-	-	-	-	-	-
ORIRESET	-	-	-	-	-	-
ORIROTA	-	-	-	-	-	-
ORIROTC	-	-	-	-	-	-
ORIROTR	-	-	-	-	-	-
ORIROTT	-	-	-	-	-	-
ORIRPY	-	-	-	-	-	-
ORIRPY2	-	-	-	-	-	-
ORIS	-	-	-	-	-	-
ORISOF	-	-	-	-	-	-
ORISON	-	-	-	-	-	-
ORIVECT	-	-	-	-	-	-
ORIVIRT1	-	-	-	-	-	-
ORIVIRT2	-	-	-	-	-	-
ORIWKS	-	-	-	-	-	-
OS	-	-	-	-	-	-
OSB	-	-	-	-	-	-
OSC	-	-	-	-	-	-
OSCILL	-	-	-	-	-	-
OSCTRL	-	-	-	-	-	-

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
OSD	-	-	-	-	-	-
OSE	-	-	-	-	-	-
OSNSC	-	-	-	-	-	-
OSOF	-	-	-	-	-	-
OSP1	-	-	-	-	-	-
OSP2	-	-	-	-	-	-
OSS	-	-	-	-	-	-
OSSE	-	-	-	-	-	-
OST	-	-	-	-	-	-
OST1	-	-	-	-	-	-
OST2	-	-	-	-	-	-
OTOL	-	●	-	●	-	●
OVR	●	●	●	●	●	●
OVRA	●	●	●	●	●	●
OVRRAP	●	●	●	●	●	●
P	●	●	●	●	●	●
PAROT	●	●	●	●	●	●
PAROTOF	●	●	●	●	●	●
PCALL	●	●	●	●	●	●
PDELAYOF	-	-	-	-	-	-
PDELAYON	-	-	-	-	-	-
PHI	-	-	-	-	-	-
PHU	●	●	●	●	●	●
PL	- -	○ -	- -	○ -	- -	○ -
PM	●	●	●	●	●	●
PO	-	-	-	-	-	-
POCKET3	●	●	●	●	●	●
POCKET4	●	●	●	●	●	●
POLF	●	●	●	●	●	●
POLFA	●	●	●	●	●	●
POLFMASK	●	●	●	●	●	●
POLFMLIN	●	●	●	●	●	●
POLY	-	-	-	-	-	-
POLYPATH	-	-	-	-	-	-
PON	-	-	-	-	-	-
PONS	-	-	-	-	-	-
POS	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
POSA	●	●	●	●	●	●
POSM	●	●	●	●	●	●
POSMT	●	●	●	●	●	●
POSP	●	●	●	●	●	●
POSRANGE	●	●	●	●	●	●
POT	●	●	●	●	●	●
PR	●	●	●	●	●	●
PREPRO	●	●	●	●	●	●
PRESETON	●	●	●	●	●	●
PRIO	●	●	●	●	●	●
PRLOC	●	●	●	●	●	●
PROC	●	●	●	●	●	●
PROTA	-	-	-	-	-	-
PROTD	-	-	-	-	-	-
PROTS	-	-	-	-	-	-
PSI	-	-	-	-	-	-
PTP	●	●	●	●	●	●
PTPG0	●	●	●	●	●	●
PUNCHACC	-	-	-	-	-	-
PUTFTOC	●	●	●	●	●	●
PUTFTOCF	●	●	●	●	●	●
PW	-	○	-	○	-	○
QU	●	●	●	●	●	●
R...	●	●	●	●	●	●
RAC	●	●	●	●	●	●
RDISABLE	●	●	●	●	●	●
READ	●	●	●	●	●	●
REAL	●	●	●	●	●	●
REDEF	●	●	●	●	●	●
RELEASE	●	●	●	●	●	●
REP	●	●	●	●	●	●
REPEAT	●	●	●	●	●	●
REPEATB	●	●	●	●	●	●
REPOSA	●	●	●	●	●	●
REPOSH	●	●	●	●	●	●
REPOSHA	●	●	●	●	●	●
REPOSL	●	●	●	●	●	●
REPOSQ	●	●	●	●	●	●
REPOSQA	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
RESET	●	●	●	●	●	●
RESETMON	●	●	●	●	●	●
RET	●	●	●	●	●	●
RIC	●	●	●	●	●	●
RINDEX	●	●	●	●	●	●
RMB	●	●	●	●	●	●
RME	●	●	●	●	●	●
RMI	●	●	●	●	●	●
RMN	●	●	●	●	●	●
RND	●	●	●	●	●	●
RNDM	●	●	●	●	●	●
ROT	●	●	●	●	●	●
ROTS	●	●	●	●	●	●
ROUND	●	●	●	●	●	●
ROUNDUP	●	●	●	●	●	●
RP	●	●	●	●	●	●
RPL	●	●	●	●	●	●
RT	●	●	●	●	●	●
RTLIOF	●	●	●	●	●	●
RTLION	●	●	●	●	●	●
S	●	●	●	●	●	●
SAVE	●	●	●	●	●	●
SBLOF	●	●	●	●	●	●
SBLON	●	●	●	●	●	●
SC	●	●	●	●	●	●
SCALE	●	●	●	●	●	●
SCC	●	●	●	●	●	●
SCPARA	●	●	●	●	●	●
SD	-	○	-	○	-	○
SET	●	●	●	●	●	●
SETAL	●	●	●	●	●	●
SETDNO	●	●	●	●	●	●
SETINT	●	●	●	●	●	●
SETM	-	-	-	-	-	-
SETMS	●	●	●	●	●	●
SETMS(n)	●	●	●	●	●	●
SETMTH	●	●	●	●	●	●
SETPIECE	●	●	●	●	●	●
SETTA	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
SETTCOR	●	●	●	●	●	●
SETTIA	●	●	●	●	●	●
SF	●	●	●	●	●	●
SIN	●	●	●	●	●	●
SIRELAY	-	-	-	-	-	-
SIRELIN	-	-	-	-	-	-
SIRELOUT	-	-	-	-	-	-
SIRELTIME	-	-	-	-	-	-
SLOT1	●	●	●	●	●	●
SLOT2	●	●	●	●	●	●
SOFT	●	●	●	●	●	●
SOFTA	●	●	●	●	●	●
SON	-	-	-	-	-	-
SONS	-	-	-	-	-	-
SPATH	●	●	●	●	●	●
SPCOF	●	●	●	●	●	●
SPCON	●	●	●	●	●	●
SPI	●	●	●	●	●	●
SPIF1	-	-	-	-	-	-
SPIF2	-	-	-	-	-	-
SPLINEPATH	-	○	-	○	-	○
SPN	-	-	-	-	-	-
SPOF	-	-	-	-	-	-
SPOS	●	●	●	●	●	●
SPOSA	●	●	●	●	●	●
SPP	-	-	-	-	-	-
SPRINT	●	●	●	●	●	●
SQRT	●	●	●	●	●	●
SR	-	-	-	-	-	-
SRA	-	-	-	-	-	-
ST	-	-	-	-	-	-
STA	-	-	-	-	-	-
START	-	-	-	-	-	-
STARTFIFO	●	●	●	●	●	●
STAT	●	●	●	●	●	●
STOLF	-	-	-	-	-	-
STOPFIFO	●	●	●	●	●	●
STOPRE	●	●	●	●	●	●
STOPREOF	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
STRING	●	●	●	●	●	●
STRINGFELD	●	●	●	●	●	●
STRINGIS	●	●	●	●	●	●
STRINGVAR	-	-	-	-	-	-
STRLEN	●	●	●	●	●	●
SUBSTR	●	●	●	●	●	●
SUPA	●	●	●	●	●	●
SVC	●	●	●	●	●	●
SYNFCT	●	●	●	●	●	●
SYNR	●	●	●	●	●	●
SYNRW	●	●	●	●	●	●
SYNW	●	●	●	●	●	●
T	●	●	●	●	●	●
TAN	●	●	●	●	●	●
TANG	-	-	-	-	-	-
TANGDEL	-	-	-	-	-	-
TANGOF	-	-	-	-	-	-
TANGON	-	-	-	-	-	-
TCA (828D: _TCA)	●	●	●	●	●	●
TCARR	-	●	-	●	-	●
TCI	●	●	●	●	●	●
TCOABS	-	●	-	●	-	●
TCOFR	-	●	-	●	-	●
TCOFRX	-	●	-	●	-	●
TCOFRY	-	●	-	●	-	●
TCOFRZ	-	●	-	●	-	●
THETA	-	-	-	-	-	-
TILT	-	-	-	-	-	-
TLIFT	-	-	-	-	-	-
TML	●	●	●	●	●	●
TMOF	●	●	●	●	●	●
TMON	●	●	●	●	●	●
TO	●	●	●	●	●	●
TOFF	●	●	●	●	●	●
TOFFL	●	●	●	●	●	●
TOFFOF	●	●	●	●	●	●
TOFFON	●	●	●	●	●	●
TOFFR	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
TOFRAME	●	●	●	●	●	●
TOFRAMEX	●	●	●	●	●	●
TOFRAMEY	●	●	●	●	●	●
TOFRAMEZ	●	●	●	●	●	●
TOLOWER	●	●	●	●	●	●
TOOLENV	●	●	●	●	●	●
TOOLGNT	●	●	●	●	●	●
TOOLGT	●	●	●	●	●	●
TOROT	●	●	●	●	●	●
TOROTOF	●	●	●	●	●	●
TOROTX	●	●	●	●	●	●
TOROTY	●	●	●	●	●	●
TOROTZ	●	●	●	●	●	●
TOUPPER	●	●	●	●	●	●
TOWBCS	-	●	-	●	-	●
TOWKCS	-	●	-	●	-	●
TOWMCS	-	●	-	●	-	●
TOWSTD	-	●	-	●	-	●
TOWTCS	-	●	-	●	-	●
TOWWCS	-	●	-	●	-	●
TR	●	●	●	●	●	●
TRAANG	-	-	-	-	○	-
TRACON	-	-	-	-	○	-
TRACYL	○	○	○	○	○	○
TRAFOOF	●	●	●	●	●	●
TRAILOF	●	●	●	●	●	●
TRAILON	●	●	●	●	●	●
TRANS	●	●	●	●	●	●
TRANSMIT	○	○	○	○	○	○
TRAORI	-	●	-	●	-	●
TRUE	●	●	●	●	●	●
TRUNC	●	●	●	●	●	●
TU	●	●	●	●	●	●
TURN	●	●	●	●	●	●
ULI	●	●	●	●	●	●
UNLOCK	●	●	●	●	●	●
UNTIL	●	●	●	●	●	●
UPATH	●	●	●	●	●	●
VAR	●	●	●	●	●	●

Anweisung	828D-Steuerungsvariante					
● Standard	PPU240.2 / 241.2		PPU260.2 / 261.2		PPU280.2 / 281.2	
○ Option - nicht verfügbar	BASIC T	BASIC M	Drehen	Fräsen	Drehen	Fräsen
VELOLIM	●	●	●	●	●	●
VELOLIMA	●	●	●	●	●	●
WAITC	-	-	-	-	○	-
WAITE	-	-	-	-	-	-
WAITENC	-	-	-	-	-	-
WAITM	-	-	-	-	-	-
WAITMC	-	-	-	-	-	-
WAITP	●	●	●	●	●	●
WAITS	●	●	●	●	●	●
WALCS0	●	●	●	●	●	●
WALCS1	●	●	●	●	●	●
WALCS2	●	●	●	●	●	●
WALCS3	●	●	●	●	●	●
WALCS4	●	●	●	●	●	●
WALCS5	●	●	●	●	●	●
WALCS6	●	●	●	●	●	●
WALCS7	●	●	●	●	●	●
WALCS8	●	●	●	●	●	●
WALCS9	●	●	●	●	●	●
WALCS10	●	●	●	●	●	●
WALIMOF	●	●	●	●	●	●
WALIMON	●	●	●	●	●	●
WHEN	●	●	●	●	●	●
WHENEVER	●	●	●	●	●	●
WHILE	●	●	●	●	●	●
WRITE	●	●	●	●	●	●
WRTPR	●	●	●	●	●	●
X	●	●	●	●	●	●
XOR	●	●	●	●	●	●
Y	●	●	●	●	●	●
Z	●	●	●	●	●	●

16.3 Adressen

16.3.1 Adressbuchstaben

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	x
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	Unterprogrammname, -aufruf	
M	M-Funktion	x
N	Nebensatz-Nummer	
O	frei	
P	Programmdurchlaufzahl	
Q	einstellbarer Adressbezeichner	x
R	Variablen-Bezeichner (R-Parameter) einstellbarer Adressbezeichner (ohne numerische 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	

16.3.2 Feste Adressen

Feste Adressen ohne axiale Erweiterung

Adress-bezeichner	Adresstyp	modal/ satz-weise	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	QU	Datentyp des zugewiesenen Werts
L	Unter-programm-nummer	s									vorzeichenlos INT
P	Unter-programm-durchlauf-zahl	s									vorzeichenlos INT
N	Satz-nummer	s									vorzeichenlos INT
G	G-Funktion	siehe Liste der G-Funk-tionen									vorzeichenlos INT
F	Vorschub, Verweilzeit	m, s	x							x	vorzeichenlos REAL
OVR	Override	m									vorzeichenlos REAL
OVRRAP	Override für Eilgang-geschwindig keit	m									vorzeichenlos REAL
S	Spindel, Verweilzeit	m, s								x	vorzeichenlos REAL
SPOS	Spindel-position	m				x	x	x			REAL
SCC	Zuordnung einer Plan-achse zu G96 /G961/G962	m									REAL
SPOSA	Spindel-position über Satzgrenzen hinweg	m				x	x	x			REAL
T	Werkzeug-nummer	m								x	vorzeichenlos INT

Adress-bezeichner	Adresstyp	modal/ satz-weise	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	QU	Datentyp des zugewiesenen Werts
D	Korrektur-nummer	m								x	vorzeichenlos INT
M, H	Hilfs-funktionen	s								x	M: vorzeichenlos INT H: REAL

Feste Adressen mit axialer Erweiterung

Adress-bezeichner	Adresstyp	modal/ satz-weise	G70/G 71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	QU	Datentyp des zugewiesenen Werts
AX	variabler Achs-bezeichner	1)	x	x	x	x	x	x			REAL
IP	variabler Inter-polations-parameter	s	x	x	x	x	x				REAL
POS	Positionier-achse	m	x	x	x	x	x	x	x		REAL
POSA	Positionier-achse über Satzgrenzen	m	x	x	x	x	x	x	x		REAL
POSP	Positio-nieren in Teilstücken (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			REAL: Endposition Real: Teillänge INT: Option
MOV	Positionier-achse starten	m	x	x	x	x	x	x	x		REAL
PO	Polynom-koeffizient	s	x	x		x	x	x			vorzeichenlos REAL
FA	axialer Vorschub	m	x							x	vorzeichenlos REAL
FL	axialer Grenz-Vorschub	m	x								vorzeichenlos REAL
OVRA	axialer Override	m	x								vorzeichenlos REAL

Adress-bezeichner	Adresstyp	modal/ satz-weise	G70/G 71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	QU	Datentyp des zugewiesenen Werts
ACC	axiale Be-schleuni-gung	m									vorzeichenlos REAL
VELOLIM	axiale Ge-schwindig-keitsbegren-zung	m									vorzeichenlos REAL
JERKLIM	axiale Ruck-begrenzung	m									vorzeichenlos REAL
ACCLIMA	axiale Beschleu-nigungsbe-grenzung Folgeachse	m									vorzeichenlos REAL
VELOLIMA	axiale Ge-schwindig-keitsbegren-zung Folgeachse	m									vorzeichenlos REAL
JERKLIMA	axiale Ruck-begrenzung Folgeachse	m									vorzeichenlos REAL
FMA	Synchron-Vorschub axial	m									vorzeichenlos REAL
STA	Ausfeuerzeit axial	m									vorzeichenlos REAL
SRA	Rückzugs-weg bei externem Eingang axial	m									vorzeichenlos REAL
OS	Pendeln EIN/AUS	m									vorzeichenlos INT
OST1	Haltezeit im linken Umkehr-punkt (Pendeln)	m									REAL
OST2	Haltezeit im rechten Umkehrpun kt (Pendeln)	m									REAL
OSP1	linker Umkehr-punkt (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			REAL

Adress-bezeichner	Adresstyp	modal/ satz-weise	G70/G 71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	QU	Datentyp des zugewiesenen Werts
OSP2	rechter Umkehr-punkt (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			REAL
OSB	Pendeln Startpunkt	m	x	x	x	x	x	x			REAL
OSE	Pendeln Endpunkt	m	x	x	x	x	x	x			REAL
OSNSC	Ausfunk-anzahl Pendeln	m									vorzeichenlos INT
OSCTRL	Optionen Pendeln	m									vorzeichenlos INT: Setzoptionen, vorzeichenlos INT: Rücksetz-optionen
OSCILL	Achs-zuordnung für Pendeln, Pendeln einschalten	m									Axis: 1 - 3 Zustell-achsen
FDA	axialer Vorschub für Handrad-über-lagerung	s	x								vorzeichenlos REAL
FGREF	Bezugs-radius	m	x	x							vorzeichenlos REAL
POLF	Position LIFTFAST	m	x	x							vorzeichenlos REAL
FXS	Fahren auf Fest-anschlag EIN	m									vorzeichenlos INT
FXST	Moment-grenze für Fahren auf Fest-anschlag	m									REAL
FXSW	Über-wachungs-fenster für Fahren auf Fest-anschlag	m									REAL

Adress-bezeichner	Adresstyp	modal/ satz-weise	G70/G 71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	QU	Datentyp des zugewiesenen Werts
FOC	Fahren mit begrenztem Moment satzweise	s									REAL
FOCON	Fahren mit begrenztem Moment EIN modal	m									REAL
FOCOF	Fahren mit begrenztem Moment AUS modal	m									REAL
MEASA	Messen axial mit Restweg-löschen	s									INT Modus und 1 - 4 Trigger-ereignisse
MEAWA	Messen axial ohne Restweg-löschen	s									INT Modus und 1 - 4 Trigger-ereignisse
MEAC	zyklisches Messen	s									INT Modus und 1 - 4 Trigger-ereignisse

1) absolute Endpunkte: modal, inkrementelle Endpunkte: satzweise, ansonsten modal/satzweise in Abhängigkeit von der Syntax-bestimmenden G-Funktion

16.3.3 Einstellbare Adressen

Adress-bezeichner (Standard-einstellung)	Adresstyp	modal/ satz-weise	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Max. Anzahl	Datentyp des zugewiesenen Werts
Achswerte und Endpunkte											
X, Y, Z, A, B, C	Achse	1)	x	x	x	x				8	REAL
AP	Polarwinkel	m/s 1)	x	x	x					1	REAL
RP	Polarradius	m/s 1)	x	x	x					1	vorzeichenlos REAL

Adress-bezeichner (Standard-einstellung)	Adresstyp	modal/ satz-weise	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Max. Anzahl	Datentyp des zugewiesenen Werts
Werkzeugorientierung											
A2, B2, C2	Eulerwinkel oder RPY-Winkel	s								3	REAL
A3, B3, C3	Richtungs-vektorkompo-nente	s								3	REAL
A4, B4, C4 für Satzanfang	Normalenvektor-kom-ponente	s								3	REAL
A5, B5, C5 für Satzende	Normalenvektor-komponente	s								3	REAL
A6, B6, C6	Richtungs-vektorkom-ponente	s								3	REAL
A7, B7, C7	Zwischen-orientierungs-komponente	s								3	REAL
LEAD	Voreilwinkel	m								1	REAL
THETA	Drehwinkel Drehung um die WZ-Richtung	m		x	x					1	REAL
TILT	Seitwärtswinkel	m								1	REAL
ORIS	Orientierungs-änderung (bezogen auf die Bahn)	m								1	REAL
Interpolationsparameter											
I, J, K	Interpolations-parameter Zwischenpunkt-koordinate	s		x [2)]	x [2)]					3	REAL
I1, J1, K1		s	x	x	x					3	REAL
RPL	Drehung in der Ebene	s								1	REAL
CR	Kreisradius	s								1	vorzeichenlos REAL
AR	Öffnungswinkel	s								1	vorzeichenlos REAL
TURN	Windungsanzahl für Schrauben-linie	s								1	vorzeichenlos INT
PL	Parameter Intervall-Länge	s								1	vorzeichenlos REAL

Adress-bezeichner (Standard-einstellung)	Adresstyp	modal/ satz-weise	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Max. Anzahl	Datentyp des zugewiesenen Werts
PW	Punkt-Gewicht	s								1	vorzeichenlos REAL
SD	Spline-Grad	m								1	vorzeichenlos INT
TU	Achswinkel	s								1	vorzeichenlos INT
STAT	Stellung der Gelenke	m								1	vorzeichenlos INT
SF	Startpunkt-versatz für Gewinde-schneiden	m								1	REAL
DISCL	Sicherheits-abstand WAB	s								1	vorzeichenlos REAL
DISR	Repos-Abstand / WAB-Abstand	s								1	vorzeichenlos REAL
DISPR	Repos-Bahn-differenz	s								1	vorzeichenlos REAL
ALF	Schnellabhebe-Winkel	m								1	vorzeichenlos INT
DILF	Schnellabhebe-Länge	m								1	REAL
FP	Festpunkt: Nummer des anzufahrenden Festpunkts	s								1	vorzeichenlos INT
RNDM	Rundung modal	m								1	vorzeichenlos REAL
RND	Rundung satzweise	s								1	vorzeichenlos REAL
CHF	Fase satzweise	s								1	vorzeichenlos REAL
CHR	Fase in ursprünglicher Bewegungs-richtung	s								1	vorzeichenlos REAL
ANG	Konturzug-Winkel	s								1	REAL
ISD	Eintauchtiefe	m								1	REAL
DISC	Überhöhung Übergangskreis Werkzeug-radiuskorrektur	m								1	vorzeichenlos REAL
OFFN	Offset Kontur - normal	m								1	REAL

Adress-bezeichner (Standard-einstellung)	Adresstyp	modal/ satz-weise	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Max. Anzahl	Datentyp des zugewiesenen Werts
DITS	Gewinde-einlaufweg	m								1	REAL
DITE	Gewinde-auslaufweg	m								1	REAL
Überschleifkriterien											
ADIS	Überschleif-abstand	m								1	vorzeichenlos REAL
ADISPOS	Überschleif-abstand für Eilgang	m								1	vorzeichenlos REAL
Messen											
MEAS	Messen mit schaltendem Taster	s								1	vorzeichenlos INT
MEAW	Messen mit schaltendem Taster ohne Restweglöschen	s								1	vorzeichenlos INT
Achs-, Spindelverhalten											
LIMS	Spindel-drehzahlbegren-zung	m								1	vorzeichenlos REAL
COARSEA	Satzwechsel-verhalten: Genauhalt grob axial	m									
FINEA	Satzwechsel-verhalten: Genauhalt fein axial	m									
IPOENDA	Satzwechsel-verhalten: Interpolator-Stopp axial	m									
DIACYCOFA	Planachse: axiale Durch-messerpro-grammierung AUS in Zyklen	m									

Adress-bezeichner (Standard-einstellung)	Adresstyp	modal/ satz-weise	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Max. Anzahl	Datentyp des zugewiesenen Werts
DIAM90A	Planachse: axiale Durch-messerpro-grammierung bei G90	m									
DIAMCHAN	Planachse: Übernahme aller Planachsen in den Kanal-zustand der Durchmesser-programmierung	m									
DIAMCHANA	Planachse: Übernahme Kanalzustand der Durch-messerpro-grammierung	m									
DIAMOFA	Planachse: axiale Durch-messerpro-grammierung AUS	m									
DIAMONA	Planachse: axiale Durch-messerpro-grammierung EIN	m									
GP	Position: Indirekte Pro-grammierung von Positions-attributen	m									
Vorschübe											
FAD	Geschwindigkeit der langsamen Zustell-bewegung	s						x		1	vorzeichenlos REAL
FD	Bahnvorschub für Hand-radüberlagerung	s								1	vorzeichenlos REAL
FRC	Vorschub für Radius und Fase	s								1	vorzeichenlos REAL
FRCM	Vorschub für Radius und Fase modal	m								1	vorzeichenlos REAL

Adress-bezeichner (Standard-einstellung)	Adresstyp	modal/ satz-weise	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Max. Anzahl	Datentyp des zugewiesenen Werts
FB	Satzweiser Vorschub	s								1	vorzeichenlos REAL
Nibbeln / Stanzen											
SPN	Anzahl der Teil-strecken pro Satz	s								1	INT
SPP	Länge einer Teilstrecke	m								1	REAL
Schleifen											
ST	Ausfeuerzeit	s								1	vorzeichenlos REAL
SR	Rückzugsweg	s								1	vorzeichenlos REAL
Werkzeuganwahl											
TCARR	Werkzeugträger	m								1	INT
Werkzeugverwaltung											
DL	Werkzeug-summen-korrektur	m								1	INT
OEM Adressen											
OMA1	OEM-Adresse 1	m		x	x	x				1	REAL
OMA2	OEM-Adresse 2	m		x	x	x				1	REAL
OMA3	OEM-Adresse 3	m		x	x	x				1	REAL
OMA4	OEM-Adresse 4	m		x	x	x				1	REAL
OMA5	OEM-Adresse 5	m		x	x	x				1	REAL
Sonstiges											
CUTMOD	Schneiden-daten-Modifikation bei drehbaren Werkzeugen EIN	m									INT
TOFF	Werkzeug-längen-Offset parallel zur angegebenen Geometrieachse	m									

Adress-bezeichner (Standard-einstellung)	Adresstyp	modal/ satz-weise	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Max. Anzahl	Datentyp des zugewiesenen Werts
TOFFL	Werkzeug-längen-Offset in Richtung der WZ-Längen-komponente L1, L2 bzw. L3	m									
TOFFR	Werkzeug-radius-Offset	m									

1) absolute Endpunkte: modal, inkrementelle Endpunkte: satzweise, ansonsten modal/satzweise in Abhängigkeit von der syntaxbestimmenden G-Funktion

2) Als Kreismittelpunkte wirken IPO-Parameter inkrementell. Mit AC können sie absolut programmiert werden. Bei anderen Bedeutungen (z. B. Gewindesteigung) wird die Adressmodifikation ignoriert.

16.4 G-Funktionen

Die G-Funktionen sind in Funktionsgruppen 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).

G-Funktionsgruppen

- G-Funktionsgruppe 1 ... 15 (Seite 494)
- G-Funktionsgruppe 16 ... 30 (Seite 501)
- G-Funktionsgruppe 31 ... 45 (Seite 506)
- G-Funktionsgruppe 46 ... 62 (Seite 511)
- Legende zu den G-Funktionsgruppentabellen (Seite 517)

Tabelle 16- 1

Gruppe 1: Modal wirksame Bewegungsbefehle						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G0	1.	Eilgangsbewegung	+	m		
G1	2.	Linearinterpolation (Geradeninterpolation)	+	m	x	
G2	3.	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn	+	m		
G3	4.	Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn	+	m		
CIP	5.	Kreisinterpolation über Zwischenpunkt	+	m		

Gruppe 1: Modal wirksame Bewegungsbefehle						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ASPLINE	6.	Akima-Spline	+	m		
BSPLINE	7.	B-Spline	+	m		
CSPLINE	8.	Kubischer Spline	+	m		
POLY	9.	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.	Gewindeschneiden mit linear zunehmender Steigung	+	m		
G35	17.	Gewindeschneiden mit linear abnehmender Steigung	+	m		
INVCW	18.	Evolventen-Interpolation im Uhrzeigersinn	+	m		
INVCCW	19.	Evolventen-Interpolation gegen Uhrzeigersinn	+	m		
Ist bei modalen G-Funktionen keine Funktion aus der Gruppe programmiert, so wirkt die über Maschinendatum änderbare Standardeinstellung (MD20150 $MN_$MC_GCODE_RESET_VALUES).						

Tabelle 16- 2

Gruppe 2: Satzweise wirksame Bewegungen, Verweilzeit						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G4	1.	Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt	-	s		
G63	2.	Gewindebohren ohne Synchronisation	-	s		
G74	3.	Referenzpunktfahren mit Synchronisation	-	s		
G75	4.	Festpunkt anfahren	-	s		
REPOSL	5.	Wiederanfahren an die Kontur linear	-	s		
REPOSQ	6.	Wiederanfahren an die Kontur im Viertelkreis	-	s		
REPOSH	7.	Wiederanfahren an die Kontur im Halbkreis	-	s		
REPOSA	8.	Wiederanfahren an die Kontur linear mit allen Achsen	-	s		
REPOSQA	9.	Wiederanfahren an die Kontur mit allen Achsen, Geometrieachsen im Viertelkreis	-	s		
REPOSHA	10.	Wiederanfahren an die Kontur mit allen Achsen, Geometrieachsen im Halbkreis	-	s		
G147	11.	Anfahren der Kontur mit Gerade	-	s		
G247	12.	Anfahren der Kontur mit Viertelkreis	-	s		
G347	13.	Anfahren der Kontur mit Halbkreis	-	s		
G148	14.	Verlassen der Kontur mit Gerade	-	s		

Gruppe 2: Satzweise wirksame Bewegungen, Verweilzeit						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G248	15.	Verlassen der Kontur mit Viertelkreis	-	s		
G348	16.	Verlassen der Kontur mit Halbkreis	-	s		
G5	17.	Schrägeinstechschleifen	-	s		
G7	18.	Ausgleichsbewegung beim Schrägeinstechschleifen	-	s		

Tabelle 16- 3

Gruppe 3: Programmierbarer Frame, Arbeitsfeldbegrenzung und Polprogrammierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TRANS	1.	TRANSLATION: programmierbare Verschiebung	-	s		
ROT	2.	ROTATION: programmierbare Drehung	-	s		
SCALE	3.	SCALE: programmierbare Skalierung	-	s		
MIRROR	4.	MIRROR: programmierbare Spiegelung	-	s		
ATRANS	5.	Additive TRANSLATION: additive programmierbare Verschiebung	-	s		
AROT	6.	Additive ROTATION: programmierbare Drehung	-	s		
ASCALE	7.	Additive SCALE: programmierbare Skalierung	-	s		
AMIRROR	8.	Additive MIRROR: programmierbare Spiegelung	-	s		
	9.	frei				
G25	10.	Minimale Arbeitsfeldbegrenzung/Spindeldrehzahlbegrenzung	-	s		
G26	11.	Maximale Arbeitsfeldbegrenzung/Spindeldrehzahlbegrenzung	-	s		
G110	12.	Polprogrammierung relativ zur letzten programmierten Sollposition	-	s		
G111	13.	Polprogrammierung relativ zum Nullpunkt des aktuellen Werkstückkoordinatensystems	-	s		
G112	14.	Polprogrammierung relativ zum letzten gültigen Pol	-	s		
G58	15.	Programmierbare Verschiebung, absolut axial ersetzend	-	s		
G59	16.	Programmierbare Verschiebung, additiv axial ersetzend	-	s		
ROTS	17.	Rotation mit Raumwinkel	-	s		
AROTS	18.	Additive Rotation mit Raumwinkel	-	s		

Tabelle 16- 4

Gruppe 4: FIFO						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
STARTFIFO	1.	Start FIFO Abarbeiten und parallel dazu Auffüllen des Vorlaufpuffers	+	m	x	
STOPFIFO	2.	Stopp FIFO, Anhalten der Bearbeitung; Füllen des Vorlaufspeichers bis STARTFIFO erkannt wird, Vorlaufspeicher voll oder Programmende	+	m		
FIFOCTRL	3.	Einschalten der automatischen Vorlaufpuffersteuerung	+	m		

Tabelle 16- 5

Gruppe 6: Ebenenanwahl						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G17	1.	Ebenenanwahl 1. - 2. Geometrieachse	+	m	x	
G18	2.	Ebenenanwahl 3. - 1. Geometrieachse	+	m		
G19	3.	Ebenenanwahl 2. - 3. Geometrieachse	+	m		

Tabelle 16- 6

Gruppe 7: Werkzeugradiuskorrektur						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G40	1.	Keine Werkzeugradiuskorrektur	+	m	x	
G41	2.	Werkzeugradiuskorrektur links von der Kontur	-	m		
G42	3.	Werkzeugradiuskorrektur rechts von der Kontur	-	m		

Tabelle 16- 7

Gruppe 8: Einstellbare Nullpunktverschiebung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G500	1.	Ausschalten der einstellbaren Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599)	+	m	x	
G54	2.	1. einstellbare Nullpunktverschiebung	+	m		
G55	3.	2. einstellbare Nullpunktverschiebung	+	m		
G56	4.	3. einstellbare Nullpunktverschiebung	+	m		
G57	5.	4. einstellbare Nullpunktverschiebung	+	m		
G505	6.	5. einstellbare Nullpunktverschiebung	+	m		
...	...	...	+	m		
G599	100.	99. 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 MD28080 $MC_MM_NUM_USER_FRAMES parametrierbar.						

Tabelle 16- 8

Gruppe 9: Frame-Unterdrückung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G53	1.	Unterdrückung der aktuellen Frames: programmierbares Frame einschließlich Systemframe für TOROT und TOFRAME und aktives einstellbares Frame (G54 ... G57, G505 ... G599)	-	s		
SUPA	2.	wie G153 inklusive der Unterdrückung der Systemframes für Istwersetzen, Ankratzen, ext. Nullpunktverschiebung, PAROT einschließlich Handradverschiebungen (DRF), [externe Nullpunktverschiebung], überlagerte Bewegung	-	s		
G153	3.	wie G53 inklusive der Unterdrückung aller kanalspezifischen und/oder NCU-globalen Basisframes	-	s		

Tabelle 16- 9

Gruppe 10: Genauhalt - Bahnsteuerbetrieb						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G60	1.	Genauhalt	+	m	x	
G64	2.	Bahnsteuerbetrieb	+	m		
G641	3.	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen nach Wegkriterium (= programmierbarer Überschleifabstand)	+	m		
G642	4.	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen	+	m		
G643	5.	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen (satzintern)	+	m		
G644	6.	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik	+	m		
G645	7.	Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen von Ecken und tangentialer Satzübergänge unter Einhaltung definierter Toleranzen	+	m		

Tabelle 16- 10

Gruppe 11: Genauhalt satzweise						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G9	1.	Genauhalt	-	s		

Tabelle 16- 11

Gruppe 12: Satzwechselkriterien bei Genauhalt (G60/G9)						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G601	1.	Satzwechsel bei Genauhalt fein	+	m	x	
G602	2.	Satzwechsel bei Genauhalt grob	+	m		
G603	3.	Satzwechsel bei IPO-Satzende	+	m		

Tabelle 16- 12

Gruppe 13: Werkstückvermaßung Inch/metrisch						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G70	1.	Eingabesystem inch (Längen)	+	m		
G71	2.	Eingabesystem metrisch mm (Längen)	+	m	x	
G700	3.	Eingabesystem inch, inch/min (Längen + Geschwindigkeit + Systemvariable)	+	m		
G710	4.	Eingabesystem metrisch mm, mm/min (Längen + Geschwindigkeit + Systemvariable)	+	m		

Tabelle 16- 13

Gruppe 14: Werkstückvermaßung absolut/inkremental						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G90	1.	Absolutmaßangabe	+	m	x	
G91	2.	Kettenmaßangabe	+	m		

Tabelle 16- 14

Gruppe 15: Vorschubtyp						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G93	1.	Zeitreziproker Vorschub 1/min	+	m		
G94	2.	Linearvorschub in mm/min, inch/min	+	m	x	
G95	3.	Umdrehungsvorschub in mm/U, inch/U	+	m		
G96	4.	Konstante Schnittgeschwindigkeit und Vorschubtyp wie bei G95 EIN	+	m		
G97	5.	Konstante Schnittgeschwindigkeit und Vorschubtyp wie bei G95 AUS	+	m		
G931	6.	Vorschubvorgabe durch Verfahrzeit, konstante Bahngeschwindigkeit ausschalten	+	m		
G961	7.	Konstante Schnittgeschwindigkeit und Vorschubtyp wie bei G94 EIN	+	m		
G971	8.	Konstante Schnittgeschwindigkeit und Vorschubtyp wie bei G94 AUS	+	m		
G942	9.	Linearvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren	+	m		

Gruppe 15: Vorschubtyp						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G952	10.	Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren	+	m		
G962	11.	Linearvorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit	+	m		
G972	12.	Linearvorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Spindeldrehzahl einfrieren	+	m		
G973	13	Umdrehungsvorschub ohne Spindeldrehzahlbegrenzung (G97 ohne LIMS für ISO-Modus)	+	m		

Tabelle 16- 15

Gruppe 16: Vorschubkorrektur an Innen- und Außenkrümmung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CFC	1.	Konstanter Vorschub an der Kontur wirksam bei Innen- und Außenkrümmung	+	m	x	
CFTCP	2.	Konstanter Vorschub in Werkzeugschneidenbezugspunkt (Mittelpunktsbahn)	+	m		
CFIN	3.	Konstanter Vorschub bei Innenkrümmung, Beschleunigung bei Außenkrümmung	+	m		

Tabelle 16- 16

Gruppe 17: An-/Abfahrverhalten Werkzeugkorrektur						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
NORM	1.	Normalenstellung im Anfangs-/Endpunkt	+	m	x	
KONT	2.	Kontur umfahren im Anfangs-/Endpunkt	+	m		
KONTT	3.	Tangentenstetiges An-/Abfahren	+	m		
KONTC	4.	Krümmungsstetiges An-/Abfahren	+	m		

Tabelle 16- 17

Gruppe 18: Eckenverhalten Werkzeugkorrektur						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G450	1.	Übergangskreis (Werkzeug umfährt Werkstückecken auf einer Kreisbahn)	+	m	x	
G451	2.	Schnittpunkt der Äquidistanten (Werkzeug schneidet in der Werkstückecke frei)	+	m		

Tabelle 16- 18

Gruppe 19: Kurvenübergang bei Spline-Beginn						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
BNAT	1.	Natürlicher Kurvenübergang zum ersten Spline-Satz	+	m	x	
BTAN	2.	Tangentialer Kurvenübergang zum ersten Spline-Satz	+	m		
BAUTO	3.	Festlegung des ersten Spline-Abschnitts durch die folgenden 3 Punkte	+	m		

Tabelle 16- 19

Gruppe 20: Kurvenübergang bei Spline-Ende						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ENAT	1.	Natürlicher Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz	+	m	x	
ETAN	2.	Tangentialer Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz	+	m		
EAUTO	3.	Festlegung des letzten Spline-Abschnitts durch die letzten 3 Punkte	+	m		

Tabelle 16- 20

Gruppe 21: Beschleunigungsprofil						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
BRISK	1.	Sprungförmige Bahnbeschleunigung	+	m	x	
SOFT	2.	Rückbegrenzte Bahnbeschleunigung	+	m		
DRIVE	3.	Geschwindigkeitsabhängige Bahnbeschleunigung	+	m		

Tabelle 16- 21

Gruppe 22: Werkzeugkorrekturtyp						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CUT2D	1.	2½-D-Werkzeugkorrektur durch G17-G19 bestimmt	+	m	x	
CUT2DF	2.	2½-D-Werkzeugkorrektur durch Frame bestimmt Die Werkzeugkorrektur wirkt relativ zum aktuellen Frame (schräge Ebene)	+	m		
CUT3DC	3.	3-D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen	+	m		
CUT3DF	4.	3-D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit nicht konstanter Werkzeugorientierung	+	m		
CUT3DFS	5.	3-D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung unabhängig vom aktiven Frame	+	m		
CUT3DFF	6.	3-D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit fester Werkzeugorientierung abhängig vom aktiven Frame	+	m		
CUT3DCC	7.	3-D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen	+	m		
CUT3DCCD	8.	3-D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen mit Differenzwerkzeug	+	m		

Tabelle 16- 22

Gruppe 23: Kollisionsüberwachung an Innenkonturen						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CDOF	1.	Kollisionsüberwachung AUS	+	m	x	
CDON	2.	Kollisionsüberwachung EIN	+	m		
CDOF2	3.	Kollisionsüberwachung AUS (derzeit nur für CUT3DC)	+	m		

Tabelle 16- 23

Gruppe 24: Vorsteuerung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
FFWOF	1.	Vorsteuerung AUS	+	m	x	
FFWON	2.	Vorsteuerung EIN	+	m		

Tabelle 16- 24

Gruppe 25: Bezug Werkzeugorientierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIWKS	1.	Werkzeugorientierung im Werkstück-Koordinatensystem (WKS)	+	m	x	
ORIMKS	2.	Werkzeugorientierung im Maschinen-Koordinatensystem (MKS)	+	m		

Tabelle 16- 25

Gruppe 26: Wiederanfahrmodus für REPOS (modal wirksam)						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
RMB	1.	Wiederanfahren an Satzanfangspunkt	-	m		
RMI	2.	Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt	-	m	x	
RME	3.	Wiederanfahren an Satzendpunkt	-	m		
RMN	4.	Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt	-	m		

Tabelle 16- 26

Gruppe 27: Werkzeugkorrektur bei Orientierungsänderung an Außenecken						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIC	1.	Orientierungsänderungen an Außenecken werden dem einzufügenden Kreissatz überlagert	+	m	x	
ORID	2.	Orientierungsänderungen werden vor dem Kreissatz ausgeführt	+	m		

Tabelle 16- 27

Gruppe 28: Arbeitsfeldbegrenzung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
WALIMON	1.	Arbeitsfeldbegrenzung EIN	+	m	x	
WALIMOF	2.	Arbeitsfeldbegrenzung AUS	+	m		

Tabelle 16- 28

Gruppe 29: Radius-/Durchmesserprogrammierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
DIAMOF	1.	Modal wirksame kanalspezifische Durchmesserprogrammierung AUS Mit dem Ausschalten wird die kanalspezifische Radiusprogrammierung wirksam.	+	m	x	
DIAMON	2.	Modal wirksame unabhängige kanalspezifische Durchmesserprogrammierung EIN Die Wirkung ist unabhängig vom programmierten Maßangabe-Modus (G90/G91).	+	m		
DIAM90	3.	Modal wirksame abhängige kanalspezifische Durchmesserprogrammierung EIN Die Wirkung ist abhängig vom programmierten Maßangabe-Modus (G90/G91).	+	m		
DIAMCYCOF	4.	Modal wirksame kanalspezifische Durchmesserprogrammierung während der Zyklusbearbeitung AUS	+	m		

Tabelle 16- 29

Gruppe 30: NC-Satz-Kompression						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
COMPOF	1.	NC-Satz-Kompression AUS	+	m	x	
COMPON	2.	Kompressor-Funktion COMPON EIN	+	m		
COMPCURV	3.	Kompressor-Funktion COMPCURV EIN	+	m		
COMPCAD	4.	Kompressor-Funktion COMPCAD EIN	+	m		

Tabelle 16- 30

Gruppe 31: OEM-G-Funktionsgruppe						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G810	1.	OEM-G-Funktion	-	m		
G811	2.	OEM-G-Funktion	-	m		
G812	3.	OEM-G-Funktion	-	m		
G813	4.	OEM-G-Funktion	-	m		
G814	5.	OEM-G-Funktion	-	m		
G815	6.	OEM-G-Funktion	-	m		
G816	7.	OEM-G-Funktion	-	m		
G817	8.	OEM-G-Funktion	-	m		
G818	9.	OEM-G-Funktion	-	m		
G819	10.	OEM-G-Funktion	-	m		
Zwei G-Funktionsgruppen sind für den OEM-Anwender reserviert. Damit gibt er die Programmierung der von ihm eingebrachten Funktionen zur Programmierung nach außen.						

Tabelle 16- 31

Gruppe 32: OEM-G-Funktionsgruppe						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G820	1.	OEM - G-Funktion	-	m		
G821	2.	OEM - G-Funktion	-	m		
G822	3.	OEM - G-Funktion	-	m		
G823	4.	OEM - G-Funktion	-	m		
G824	5.	OEM - G-Funktion	-	m		
G825	6.	OEM - G-Funktion	-	m		
G826	7.	OEM - G-Funktion	-	m		

Gruppe 32: OEM-G-Funktionsgruppe						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G827	8.	OEM - G-Funktion	-	m		
G828	9.	OEM - G-Funktion	-	m		
G829	10.	OEM - G-Funktion	-	m		
Zwei G- Funktionsgruppen sind für den OEM-Anwender reserviert. Damit gibt er die Programmierung der von ihm eingebrachten Funktionen zur Programmierung nach außen.						

Tabelle 16- 32

Gruppe 33: Einstellbare Werkzeugfeinkorrektur						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
FTOCOF	1.	Online wirksame Werkzeugfeinkorrektur AUS	+	m	x	
FTOCON	2.	Online wirksame Werkzeugfeinkorrektur EIN	-	m		

Tabelle 16- 33

Gruppe 34: Glättung Werkzeugorientierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
OSOF	1.	Glättung Werkzeugorientierung AUS	+	m	x	
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		

Tabelle 16- 34

Gruppe 35: Stanzen und Nibbeln						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
SPOF	1.	Hub AUS, Stanzen und Nibbeln AUS	+	m	x	
SON	2.	Nibbeln EIN	+	m		
PON	3.	Stanzen EIN	+	m		
SONS	4.	Nibbeln EIN im IPO-Takt	-	m		
PONS	5.	Stanzen EIN im IPO-Takt	-	m		

Tabelle 16- 35

Gruppe 36: Stanzen mit Verzögerung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
PDELAYON	1.	Verzögerung beim Stanzen EIN	+	m	x	
PDELAYOF	2.	Verzögerung beim Stanzen AUS	+	m		

Tabelle 16- 36

Gruppe 37: Vorschubprofil						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
FNORM	1.	Vorschub normal nach DIN66025	+	m	x	
FLIN	2.	Vorschub linear veränderlich	+	m		
FCUB	3.	Vorschub nach kubischem Spline veränderlich	+	m		

Tabelle 16- 37

Gruppe 38: Zuordnung schnelle Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
SPIF1	1.	Schnelle NCK-Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln Byte 1	+	m	x	
SPIF2	2.	Schnelle NCK-Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln Byte 2	+	m		

Tabelle 16- 38

Gruppe 39: Programmierbare Konturgenauigkeit						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CPRECOF	1.	Programmierbare Konturgenauigkeit AUS	+	m	x	
CPRECON	2.	Programmierbare Konturgenauigkeit EIN	+	m		

Tabelle 16- 39

Gruppe 40: Werkzeugradiuskorrektur konstant						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CUTCONOF	1.	Konstante Werkzeugradiuskorrektur AUS	+	m	x	
CUTCONON	2.	Konstante Werkzeugradiuskorrektur EIN	+	m		

Tabelle 16- 40

Gruppe 41: Gewindeschneiden unterbrechbar						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
LFOF	1.	Gewindeschneiden unterbrechbar AUS	+	m	x	
LFON	2.	Gewindeschneiden unterbrechbar EIN	+	m		

Tabelle 16- 41

Gruppe 42: Werkzeugträger						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TCOABS	1.	Werkzeuglängenkomponenten aus der aktuellen Werkzeugorientierung bestimmen	+	m	x	
TCOFR	2.	Werkzeuglängenkomponenten aus der Orientierung des aktiven Frames bestimmen	+	m		
TCOFRZ	3.	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Z-Richtung	+	m		

Gruppe 42: Werkzeugträger						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TCOFRY	4.	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Y-Richtung	+	m		
TCOFRX	5.	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in X-Richtung		m		

Tabelle 16- 42

Gruppe 43: Anfahrrichtung WAB						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G140	1.	Anfahrrichtung WAB festgelegt durch G41/G42	+	m	x	
G141	2.	Anfahrrichtung WAB links von der Kontur	+	m		
G142	3.	Anfahrrichtung WAB rechts von der Kontur	+	m		
G143	4.	Anfahrrichtung WAB tangentenabhängig	+	m		

Tabelle 16- 43

Gruppe 44: Wegaufteilung WAB						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G340	1.	Anfahrsatz räumlich, d. h. Tiefenzustellung und Anfahren in der Ebene in einem Satz	+	m	x	
G341	2.	Zuerst Zustellen in der senkrechten Achse (Z), dann Anfahren in der Ebene	+	m		

Tabelle 16- 44

Gruppe 45: Bahnbezug der FGROUP-Achsen						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
SPATH	1.	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist die Bogenlänge	+	m	x	
UPATH	2.	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist der Kurvenparameter	+	m		

Tabelle 16- 45

Gruppe 46: Ebenenanwahl für Schnellabheben						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
LFTXT	1.	Ebene wird bestimmt aus der Bahntangente und der aktuellen Werkzeugorientierung	+	m	x	
LFWP	2.	Ebene wird bestimmt durch die aktuelle Arbeitsebene (G17/G18/G19)	+	m		
LFPOS	3.	Axiales Abheben auf eine Position	+	m		

Tabelle 16- 46

Gruppe 47: Modus-Umschaltung für externen NC-Code						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G290	1.	SINUMERIK-Sprachmodus aktivieren	+	m	x	
G291	2.	ISO-Sprachmodus aktivieren	+	m		

Tabelle 16- 47

Gruppe 48: An- / Abfahrverhalten bei Werkzeugradiuskorrektur						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G460	1.	Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsatz EIN	+	m	x	
G461	2.	Randsatz mit Kreisbogen verlängern, wenn kein Schnittpunkt im WRK-Satz	+	m		
G462	3.	Randsatz mit Gerade verlängern, wenn kein Schnittpunkt im WRK-Satz	+	m		

Tabelle 16- 48

Gruppe 49: Punkt-zu-Punkt-Bewegung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CP	1.	Bahnbewegung	+	m	x	
PTP	2.	Punkt-zu-Punkt-Bewegung (Synchronachsbewegung)	+	m		
PTPG0	3.	Punkt-zu-Punkt-Bewegung nur bei G0, sonst Bahnbewegung CP	+	m		

Tabelle 16- 49

Gruppe 50: Orientierungsprogrammierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIEULER	1.	Orientierungswinkel über Euler-Winkel	+	m	x	
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		
ORIAXPOS	5.	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen mit Rundachspositionen	+	m		
ORIRPY2	6.	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (Drehreihenfolge ZYX)	+	m		

Tabelle 16- 50

Gruppe 51: Interpolationsart Orientierungsprogrammierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIVECT	1.	Großkreisinterpolation (identisch mit ORIPLANE)	+	m	x	
ORIAXES	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		

Gruppe 51: Interpolationsart Orientierungsprogrammierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORICONCCW	6.	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche gegen Uhrzeigersinn	+	m		
ORICONIO	7.	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit Angabe einer Zwischenorientierung	+	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		

Tabelle 16- 51

Gruppe 52: Werkstückbezogene Frame-Drehung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
PAROTOF	1.	Werkstückbezogene Frame-Drehung AUS	+	m	x	
PAROT	2.	Werkstückbezogene Frame-Drehung EIN Das Werkstückkoordinatensystem wird am Werkstück ausgerichtet.	+	m		

Tabelle 16- 52

Gruppe 53: Werkzeugbezogene Frame-Drehung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TOROTOF	1.	Werkzeugbezogene Frame-Drehung AUS	+	m	x	
TOROT	2.	Z-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten	+	m		
TOROTZ	3.	wie TOROT	+	m		
TOROTY	4.	Y-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten	+	m		
TOROTX	5.	X-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten	+	m		
TOFRAME	6.	Z-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten	+	m		
TOFRAMEZ	7.	wie TOFRAME	+	m		

Gruppe 53: Werkzeugbezogene Frame-Drehung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TOFRAMEY	8.	Y-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten	+	m		
TOFRAMEX	9.	X-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten	+	m		

Tabelle 16- 53

Gruppe 54: Vektordrehung bei Polynomprogrammierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIROTA	1.	Vektordrehung absolut	+	m	x	
ORIROTR	2.	Vektordrehung relativ	+	m		
ORIROTT	3.	Vektordrehung tangential	+	m		
ORIROTC	4.	Tangentialer Drehvektor zur Bahntangente	+	m		

Tabelle 16- 54

Gruppe 55: Eilgangbewegung mit/ohne Linear-Interpolation						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
RTLION	1.	Eilgangbewegung mit Linear-Interpolation EIN	+	m	x	
RTLIOF	2.	Eilgangbewegung mit Linear-Interpolation AUS Die Eilgangbewegung wird mit Einzelachsinterpolation durchgeführt.	+	m		

Tabelle 16- 55

Gruppe 56: Einrechnung des Werkzeugverschleißes						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TOWSTD	1.	Grundstellungswert für Korrekturen in der Werkzeuglänge	+	m	x	
TOWMCS	2.	Verschleißwerte im Maschinenkoordinatensystem (MKS)	+	m		

Gruppe 56: Einrechnung des Werkzeugverschleißes						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TOWWCS	3.	Verschleißwerte im Werkstückkoordinatensystem (WKS)	+	m		
TOWBCS	4.	Verschleißwerte im Basiskoordinatensystem (BKS)	+	m		
TOWTCS	5.	Verschleißwerte im Werkzeugkoordinatensystem (Werkzeugträgerbezugspunkt T an der Werkzeughalteraufnahme)	+	m		
TOWKCS	6.	Verschleißwerte im Koordinatensystem des Werkzeugkopfes bei kinetischer Transformation (unterscheidet sich vom MKS durch Werzeugdrehung)	+	m		

Tabelle 16- 56

Gruppe 57: Eckenverzögerung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
FENDNORM	1.	Eckenverzögerung AUS	+	m	x	
G62	2.	Eckenverzögerung an Innenecken bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur (G41/G42)	+	m		
G621	3.	Eckenverzögerung an allen Ecken	+	m		

Tabelle 16- 57

Gruppe 59: Dynamikmodus für Bahninterpolation						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
DYNNORM	1.	Normale Dynamik wie bisher	+	m	x	
DYNPOS	2.	Positionierbetrieb, Gewindebohren	+	m		
DYNROUGH	3.	Schruppen	+	m		
DYNSEMIFIN	4.	Schlichten	+	m		
DYNFINISH	5.	Feinschlichten	+	m		

Tabelle 16- 58

Gruppe 60: Arbeitsfeldbegrenzung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
WALCS0	1.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzung AUS	+	m	x	
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		

Tabelle 16- 59

Gruppe 61: Glättung Werkzeugorientierung						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORISOF	1.	Glättung Werkzeugorientierung AUS	+	m	x	
ORISON	2.	Glättung Werkzeugorientierung EIN	+	m		

Tabelle 16- 60

Gruppe 62: Wiederanfahrmodus für REPOS (satzweise wirksam)						
G-Funktion	Nr. 1)	Bedeutung	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
RMBBL	1.	Wiederanfahren an Satzanfangspunkt	-	s		
RMIBL	2.	Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt	-	s	x	
RMEBL	3.	Wiederanfahren an Satzendpunkt	-	s		
RMNBL	4.	Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt	-	s		

Legende

1) Interne Nummer (z. B. für PLC-Schnittstelle)

2) Projektierbarkeit der G-Funktion als Löschstellung der Funktionsgruppe bei Hochlauf, Reset bzw. Teileprogrammende (mit MD20150 $MC_GCODE_RESET_VALUES):
   - + projektierbar
   - - nicht projektierbar

3) Wirksamkeit der G-Funktion:
   - m modal
   - s satzweise

4) Standardeinstellung
   Ist bei modalen G-Funktionen keine Funktion aus der Gruppe programmiert, so wirkt die (über Maschinendatum MD20150 $MN_$MC_GCODE_RESET_VALUES änderbare) Standardeinstellung.
   - SAG Standardeinstellung **S**iemens **AG**
   - MH Standardeinstellung **M**aschinen**h**ersteller (siehe Angaben des Maschinen-Herstellers)

Bild 16-2 Legende zu den G-Funktionsgruppentabellen

16.5 Vordefinierte Prozeduren

Durch den Aufruf einer vordefinierten Prozedur wird die Ausführung einer vordefinierten NCK-Funktion angestoßen. Eine vordefinierte Prozedur liefert im Unterschied zur vordefinierten Funktion **keinen** Rückgabewert zurück.

Koordinatensystem					
Bezeichner	**Parameter**				**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3. - 15.**	**4. - 16.**	
PRESETON	AXIS *): Achs-bezeichner Maschinen-achse	REAL: Preset-Verschiebung G700/G710 Kontext	wie 1 ...	wie 2 ...	Istwertsetzen für die programmierten Achsen Es wird jeweils ein Achsbezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert.
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.

Achsverbände					
Bezeichner	**Parameter**				**Erläuterung**
GEOAX	**1.**	**2.**	**3. / 5.**	**4. / 6.**	Anwahl eines parallelen Koordinatensystems
	INT: Geometrie-achsnummer 1 - 3	AXIS: Kanalachs-bezeichner	wie 1	wie 2	
FGROUP	**1. – 8.**				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.
	AXIS: Kanalachsbezeichner				
SPLINEPATH	**1.**	**2. - 9.**			Festlegung des Spline-Verbandes Maximale Achsanzahl: 8
	INT: Spline-Verband (muss 1 sein)	AXIS: Geometrie- oder Zusatzbezeichner			
POLYPATH	**1.**	**2.**			Einschalten der Polynom-interpolation für selektive Achsgruppen
	STRING	STRING			

Mitschleppen							
Bezeichner	Parameter						Erläuterung
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
TANG	AXIS: Achs-name Folge-achse	AXIS : Leitachse 1	AXIS: Leitachse 2	REAL: Koppel-faktor	CHAR: Option: "B": Nach-führung im BKS "W": Nach-führung im WKS	CHAR Opti-mierung: "S": Standard "P": autom. mit Über-schleif-weg, Winkel-toleranz	Vorbereitende Anweisung für die Definition einer tangentialen 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.
TANGON	AXIS: Achs-name Folge-achse	REAL: Offset-Winkel	REAL: Über-schleif-weg	REAL: Winkel-toleranz			Tangentiales Nachführen EIN
TANGOF	AXIS: Achs-name Folge-achse						Tangentiales Nachführen AUS
TLIFT	AXIS: Nach-geführte Achse	REAL: Abhebe-weg	REAL: Faktor				Tangentiales Nachführen, Halt an Konturecke ggf. mit Abheben Drehachse
TRAILON	AXIS: Folge-achse	AXIS: Leitachse	REAL: Koppel-faktor				Achssynchrones Mitschleppen EIN
TRAILOF	AXIS: Folge-achse	AXIS: Leitachse					Achssynchrones Mitschleppen AUS
TANGDEL	AXIS: Folge-achse						Tangentiale Nachführung löschen

Kurventabellen						
Bezeichner	**Parameter**					**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	
CTABDEF	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	INT: Tabellen-nummer	INT: Verhalten an Rändern des Def.-Bereichs	STRING: Angabe des Speicher-orts	Tabellendefinition EIN Die nachfolgenden Bewegungssätze bestimmen die Kurventabelle.
CTABEND	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	INT: Tabellen-nummer	INT: Verhalten an Rändern des Def.-Bereichs		Tabellendefinition AUS
CTABDEL	INT: Tabellen-nummer n	INT: Tabellen-nummer m	STRING: Angabe des Speicher-orts			Kurventabelle löschen
CTABLOCK	INT: Tabellen-nummer n					Sperrt die Kurventabelle mit der Nummer n, d. h. diese Tabelle kann nicht gelöscht/überschrieben werden.
CTABUNLOCK	INT: Tabellen-nummer n					Gibt die mit CTABLOCK geschützte Tabelle mit der Nummer n wieder frei
LEADON	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	INT: Tabellen-nummer			Leitwertkopplung EIN
LEADOF	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse				Leitwertkopplung AUS

Beschleunigungsprofil axial		
Bezeichner	**Parameter**	**Erläuterung**
	1. – 8.	
BRISKA	AXIS	Sprungförmige Achsbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten
SOFTA	AXIS	Ruckbegrenzte Achsbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten

Beschleunigungsprofil axial		
Bezeichner	**Parameter** **1. – 8.**	**Erläuterung**
DRIVEA	AXIS	Geknickte Beschleunigungskennlinie für die programmierten Achsen einschalten
JERKA	AXIS	Das über Maschinendatum $MA_AX_JERK_ENABLE eingestellte Beschleunigungsverhalten wirkt für die programmierten Achsen.

Umdrehungsvorschub			
Bezeichner	**Parameter**		**Erläuterung**
FPRAON	**1.** AXIS: Achse, für die Umdrehungsvorschub eingeschaltet wird	**2.** AXIS: Achse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet wird. Ist keine Achse programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet.	Umdrehungsvorschub axial EIN
FPRAOF	**1. - n.** AXIS: Achsen, für die Umdrehungsvorschub ausgeschaltet wird		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.
FPR	**1.** AXIS: Achse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet wird. Ist keine Achse programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet.		Auswahl einer Rundachse/Spindel, von der der Umdrehungsvorschub der Bahn bei G95 abgeleitet wird. Die mit FPR getroffene Einstellung gilt modal.

Transformationen				
Bezeichner	**Parameter**			**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	
TRACYL	REAL: Arbeits-durchmesser	INT: Nummer der Trans-formation		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 Trans-formation			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 Trans-formation		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 Trans-formation			4-, 5-Achs-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll.
TRACON	INT: Nummer der Trans-formation	REAL: weitere Parameter MD-abh.		Kaskadierte Transformation Die Bedeutung der Parameter hängt von der Art der Kaskadierung ab.
TRAFOOF				Transformation ausschalten

Spindel			
Bezeichner	Parameter		Erläuterung
	1	2. - n.	
SPCON	INT: Spindelnummer	INT: Spindelnummer	Umschalten in den lagegeregelten Spindelbetrieb
SPCOF	INT: Spindelnummer	INT: Spindelnummer	Umschalten in den drehzahlgeregelten Spindelbetrieb
SETMS	INT: Spindelnummer		Deklaration der Spindel als Master-Spindel für den aktuellen Kanal Mit SETMS( ) ohne Angabe von Parametern wird die über Maschinendaten getroffene Voreinstellung wirksam.

Schleifen		
Bezeichner	Parameter	Erläuterung
	1.	
GWPSON	INT: Spindelnummer	Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit EIN Wird die Spindelnummer nicht programmiert, so wird für die Spindel des aktiven Werkzeugs Scheibenumfangsgeschwindigkeit angewählt.
GWPSOF	INT: Spindelnummer	Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit AUS Wird die Spindelnummer nicht programmiert, so wird für die Spindel des aktiven Werkzeugs Scheibenumfangsgeschwindigkeit abgewählt.
TMON	INT: T-Nummer	Schleifspezifische Werkzeugüberwachung EIN Wird keine T-Nummer programmiert, so wird die Überwachung für das aktive Werkzeug eingeschaltet.
TMOF	INT: T-Nummer	Werkzeugüberwachung AUS Wird keine T-Nummer programmiert, so wird die Überwachung für das aktive Werkzeug ausgeschaltet.

Abspanen					
Bezeichner	**Parameter**				**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	
CONTPRON	REAL [,11]: Konturtabelle	CHAR: Bearbeitungs-art	INT: Anzahl der Hinterschnitte	INT: Status der Berechnung	Referenzaufbereitung 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: Bearbeitungs-richtung			Konturdecodierung Die Sätze einer Kontur werden mit einer Tabellenzeile je Satz speichergünstig codiert in einer benannten Tabelle gespeichert.
EXECUTE	INT: Fehlerstatus				Programmausführung einschalten Damit wird aus dem Referenzaufbereitungsmodus oder nach Aufbau eines Schutzbereichs zur normalen Programmbearbeitung zurückgeschaltet.

Tabelle abarbeiten		
Bezeichner	**Parameter**	**Erläuterung**
	1.	
EXECTAB	REAL [11]: Element aus Bewegungs-tabelle	Ein Element aus einer Bewegungstabelle abarbeiten

Schutzbereiche						
Bezeichner	Parameter					Erläuterung
	1.	2.	3.	4.	5.	
CPROTDEF	INT: Nummer des Schutz-bereichs	BOOL: TRUE: Werkzeug-orientierter Schutzbereich	INT: 0: 4. und 5. Parameter werden nicht ausgewertet 1: 4. Parameter wird ausge-wertet 2: 5. Parameter wird ausge-wertet 3: 4. und 5. Parameter werden aus-gewertet	REAL: Begrenzung in Plus-Richtung	REAL: Begrenzung in Minus-Richtung	Definition eines Kanal-spezifischen Schutzbereichs
NPROTDEF	INT: Nummer des Schutz-bereichs	BOOL: TRUE: Werkzeug-orientierter Schutzbereich	INT: 0: 4. und 5. Parameter werden nicht ausgewertet 1: 4. Parameter wird ausge-wertet 2: 5. Parameter wird ausge-wertet 3: 4. und 5. Parameter werden aus-gewertet	REAL: Begrenzung in Plus-Richtung	REAL: Begrenzung in Minus-Richtung	Definition eines Maschinen-spezifischen Schutzbereichs

Schutzbereiche						
Bezeichner	Parameter					Erläuterung
	1.	2.	3.	4.	5.	
CPROT	INT: Nummer des Schutz-bereichs	INT: Option 0: Schutz-bereich aus 1: Schutz-bereich voraktivieren 2: Schutz-bereich ein 3: Schutz-bereich vor-aktivieren mit bedingtem Stopp, nur bei aktiven Schutz-bereichen	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der ersten Geometrie-achse	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der zweiten Geometrie-achse	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der dritten Geometrie-achse	Kanal-spezifischen Schutzbereich EIN/AUS
NPROT	INT: Nummer des Schutz-bereichs	INT: Option 0: Schutz-bereich aus 1: Schutz-bereich voraktivieren 2: Schutz-bereich ein 3: Schutz-bereich vor-aktivieren mit bedingtem Stopp, nur bei aktiven Schutz-bereichen	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der ersten Geometrie-achse	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der zweiten Geometrie-achse	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der dritten Geometrie-achse	Maschinen-spezifischen Schutz-bereich EIN/AUS

Vorlauf / Einzelsatz		
Bezeichner	Parameter	Erläuterung
STOPRE		Vorlaufstopp, bis alle vorbereiteten Sätze vom Hauptlauf abgearbeitet sind
SBLOF		Einzelsatzbearbeitung unterdrücken
SBLON		Unterdrückung der Einzelsatzbearbeitung aufheben

Interrupts		
Bezeichner	Parameter 1.	Erläuterung
DISABLE	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Die Interruptroutine, die dem angegebenen Hardware-Eingang 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.
ENABLE	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Reaktivierung der mit DISABLE inaktiv geschalteten Interruptroutinen-Zuordnung.
CLRINT	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Zuordnung von Interruptroutinen und Attributen zu einem Interrupt-Eingang löschen. Die Interruptroutine ist somit abgewählt. Beim Eintreffen des Interrupts erfolgt keine Reaktion.

Synchronaktionen		
Bezeichner	Parameter 1. – n.	Erläuterung
CANCEL	INT: Nummer der Synchronaktion	Abbrechen der modalen Synchronaktion mit der angegebenen ID. Es können auch mehrere IDs – durch Kommata getrennt -- angegeben werden.

Funktionsdefinition					
Bezeichner	Parameter				Erläuterung
	1.	2.	3.	4.-7.	
FCTDEF	INT: Funktions-nummer	REAL: Unterer Grenzwert	REAL: Oberer Grenzwert	REAL: Koeffizienten a0-a3	Polynomfunktion definieren Diese wird in SYNFCT oder PUTFTOCF ausgewertet.

Kommunikation			
Bezeichner	**Parameter**		**Erläuterung**
	1.	**2.**	
MMC	STRING: Kommando	CHAR: Quittungsmodus*) "N": ohne Quittung "S": synchrone Quittung "A": asynchrone Quittung	Kommando an HMI-Kommando-Interpreter für die Projektierung von Fenstern über NC-Programm

*) Kommandos werden auf Anforderung von der ausführenden Komponente (Kanal, NC …) quittiert.

Programmkoordinierung					
Bezeichner	**Parameter**				**Erläuterung**
INIT	**1.**	**2.**	**3.**		Anwahl eines NC-Programms zur Abarbeitung in einem Kanal
	INT: Kanal-nummer **oder** Kanalname aus MD20000*)	STRING: Pfad-angabe	CHAR: Quittungs-modus**)		
	1. - n.				
START	INT: Kanalnummer **oder** Kanalname aus MD20000 *)				Starten der angewählten Programme in mehreren Kanälen gleichzeitig aus dem laufenden Programm Dieses Kommando hat für den eigenen Kanal keine Wirkung.
WAITE	INT: Kanalnummer **oder** Kanalname aus MD20000 *)				Warten auf das Programmende in einem oder mehreren anderen Kanälen
	1.	**2. - n.**			
WAITM	INT: Marken-nummer	INT: Kanalnummer **oder** Kanalname aus MD20000 *)			Warten auf das Erreichen einer Marke in den angegebenen Kanälen Der vorhergehende Satz wird mit Genauhalt beendet.
WAITMC	INT: Marken-nummer	INT: Kanalnummer **oder** Kanalname aus MD20000 *)			Warten auf das Erreichen einer Marke in den angegebenen Kanälen Genauhalt wird nur eingeleitet, wenn die anderen Kanäle die Marke noch nicht erreicht haben.

Programmkoordinierung					
Bezeichner	**Parameter**				**Erläuterung**
	1. - n.				
SETM	INT: Markennummer				Setzen einer oder mehrerer Marken für die Kanalkoordinierung Die Bearbeitung im eigenen Kanal wird davon nicht beeinflusst.
CLEARM	INT: Markennummer				Löschen einer oder mehrerer Marken für die Kanalkoordinierung Die Bearbeitung im eigenen Kanal wird davon nicht beeinflusst.
	1. - n.				
WAITP	AXIS: Achsbezeichner				Warten, bis die angegebenen Positionierachsen, die zuvor mit POSA programmiert wurden, ihren programmierten Endpunkt erreichen
WAITS	INT: Spindelnummer				Warten, bis die angegebenen Spindeln, die zuvor mit SPOSA programmiert wurden, ihren programmierten Endpunkt erreichen
RET	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	Unterprogrammende ohne Funktions-Ausgabe an die PLC
	INT (oder STRING): Sprungziel (Satz-Nr. / Marke) für Rücksprung	INT: 0: Rücksprung auf Sprungziel aus 1. Par. > 0: Rücksprung auf den Folgesatz	INT: Anzahl der zu über-springen-den Unter-programm-ebenen	BOOL: Rücksprung auf ersten Satz im Hauptpro-gramm	
	1. - n.				
GET	AXIS: Achsbezeichner ***)				Maschinenachse(n) belegen Die angegebenen Achsen müssen mit RELEASE im anderen Kanal freigegeben werden.
GETD	AXIS: Achsbezeichner ***)				Maschinenachse(n) direkt belegen Die angegebenen Achsen müssen **nicht** mit RELEASE freigegeben sein.
RELEASE	AXIS: Achsbezeichner ***)				Maschinenachse(n) freigeben

Programmkoordinierung					
Bezeichner	**Parameter**				**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	
PUTFTOC	REAL: Korrektur-wert	INT: Parameter-nummer	INT: Kanal-nummer **oder** Kanalname aus MD20000*)	INT: Spindel-nummer	Ändern der Werkzeugfeinkorrektur
PUTFTOCF	INT: Nr. der Funktion	VAR REAL: Bezugswert	INT: Parameter-nummer	INT: Kanal-nummer **oder** Kanalname aus MD20000*)	Ändern der Werkzeugfeinkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funktion (Polynom max. 3. Grades) Bei FCTDEF ist die hier verwendete Nr. anzugeben.
AXTOCHAN	**1.**	**2.**	**3. - n.**	**4. - m.**	Achsen an andere Kanäle übergeben
	AXIS: Achs-bezeichner	INT: Kanal-nummer **oder** Kanalname aus MD20000*)	wie 1 ...	wie 2 ...	

*) Anstelle von Kanalnummern können auch die über MD20000 $MC_CHAN_NAME definierten Kanalnamen programmiert werden.

**) Kommandos werden auf Anforderung von der ausführenden Komponente (Kanal, NC …) quittiert.

***) Anstelle der Achse kann mittels der Funktion SPI jeweils auch eine Spindel programmiert werden: z. B. GET(SPI(1))

Datenzugriffe		
Bezeichner	**Parameter**	**Erläuterung**
CHANDATA	**1.** INT: Kanal-nummer	Kanalnummer für Kanaldatenzugriffe einstellen (nur im Initialisierungsbaustein zulässig). Die folgenden Zugriffe beziehen sich auf den mit CHANDATA eingestellten Kanal.
NEWCONF		Geänderte Maschinendaten übernehmen

Meldungen			
Bezeichner	**Parameter**		**Erläuterung**
	1.	**2.**	
MSG	STRING: Meldung	INT: Ausführung	Beliebige Zeichenkette als Meldung an die Bedienoberfläche ausgeben

Dateizugriffe						
Bezeichner	**Parameter**					**Erläuterung**
READ	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	Sätze aus Filesystem lesen
	VAR INT: Fehler	CHAR[160]: Dateiname	INT: Anfangszeile des zu lesenden Dateibereichs	INT: Anzahl der zu lesenden Zeilen	VAR CHAR[255]: Variablenfeld, in dem die gelesene Information abgelegt wird	
WRITE	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**		Satz ins Filesystem (oder auf ein externes Gerät/Datei) schreiben
	VAR INT: Fehler	CHAR[160]: Dateiname	STRING: Gerät/Datei für externe Ausgabe	CHAR[200]: Satz		
DELETE	**1.**	**2.**				Datei löschen
	VAR INT: Fehler	CHAR[160]: Dateiname				

Alarme			
Bezeichner	**Parameter**		**Erläuterung**
	1.	**2.**	
SETAL	INT: Alarmnummer (Zyklen-alarme)	STRING: Zeichenkette	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 Zyklenalarme %4 = zusätzlichen Alarmparameter

Werkzeugverwaltung							
Bezeichner	**Parameter**						**Erläuterung**
	1.	**2.**					
DELDL	INT: T-Nr.	INT: D-Nr.					Alle Summenkorrekturen einer Schneide löschen (oder eines Werkzeugs, wenn D nicht angegeben wird)
DELT	STRING[32]: Werkzeug-bezeichner	INT: Duplo-Nr.					Werkzeug löschen Duplonummer kann entfallen.
DELTC	INT: Datensatz-Nr. n	INT: Datensatz-Nr. m					Werkzeugträger-Datensatznummer n bis m löschen
DZERO							D-Nummern aller Werkzeuge der dem Kanal zugeordneten TO-Einheit ungültig setzen
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	
GETFREELOC	VAR INT: Magazin-Nr. (Rückgabe-wert)	VAR INT: Platz-Nr. (Rückgabe-wert)	INT: T-Nr.	INT: Referenz-Magazin-Nr.	CHAR: Angabe abh. von 4. Para-meter	INT: Reser-vierungs-modus	Leerplatz für ein Werkzeug suchen
	1.	**2.**					
GETSELT	VAR INT: T-Nr. (Rück-gabewert)	INT: Spindel-Nr.					Liefert die T-Nummer des für die Spindel vorgewählten Werkzeugs
GETEXET	VAR INT: T-Nr. (Rück-gabewert)	INT: Spindel-Nr.					Liefert die T-Nummer des aus Sicht des NC-Programms aktiven Werkzeugs
GETTENV	STRING: Name der Werkzeug-umgebung	INT ARRAY[3]: Rückgabe-werte					Liest die in einer Werkzeugumgebung abgelegten T-, D- und DL-Nummern

Werkzeugverwaltung						
Bezeichner	**Parameter**					**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	**4.**		
POSM	INT: Nr. des Platzes, auf den positioniert werden soll	INT: Nr. des Magazins, das bewegt werden soll	INT: Platz-Nr. des internen Magazins	INT: Magazin-Nr. des internen Magazins		Magazin positionieren
RESETMON	VAR INT: Status = Ergebnis der Operation (Rückgabe-wert)	INT: interne T-Nr.	INT: D-Nr. des Werkzeugs	INT: Optionaler bitcodierter Parameter		Istwert des Werkzeugs auf den Sollwert setzen
SETDNO	**1.** INT: T-Nr.	**2.** INT: Schneiden-Nr.	**3.** INT: D-Nr.			Korrekturnummer (D) der Schneide des Werkzeugs (T) setzen
SETMTH	**1.** INT: Werkzeug-halter-Nr.					Werkzeughalter-Nr. setzen
SETPIECE	**1.** INT: Wert, um den dekrementiert wird	**2.** INT: Spindel-Nr.				Werkstückzähler der Spindel dekrementieren Damit kann der Anwender die Stückzahl-Überwachungsdaten der an dem Bearbeitungsprozess beteiligten Werkzeuge aktualisieren.

Werkzeugverwaltung							
Bezeichner	**Parameter**						**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	**4.**			
SETTA	VAR INT: Status = Ergebnis der Operation (Rückgabe-wert)	INT: Magazin-Nr.	INT: Verschleiß-verbund-Nr.	INT: Werkzeug-untergruppe			Werkzeug aus Verschleißverbund aktiv setzen
SETTIA	VAR INT: Status = Ergebnis der Operation (Rückgabe-wert)	INT: Magazin-Nr.	INT: Verschleiß-verbund-Nr.	INT: Werkzeug-untergruppe			Werkzeug aus Verschleißverbund inaktiv setzen
TCA	**1.**	**2.**	**3.**				WZ-Anwahl/-Wechsel unabhängig vom Status des Werkzeugs
	STRING[32]: Werkzeug-bezeichner	INT: Duplo-Nr.	INT: Werkzeug-halter-Nr.				
TCI	**1.**	**2.**					Werkzeug aus Zwischenspeicher in das Magazin wechseln
	INT: Nr. des Zwischen-speichers	INT: Werkzeug-halter-Nr.					
MVTOOL	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**		Sprachbefehl zum Bewegen eines Werkzeugs
	INT: Status	INT: Magazin-Nr.	INT: Platz-Nr.	INT: Magazin-Nr. nach der Bewe-gung	INT: Zielplatz-Nr. nach der Bewe-gung		

Werkzeugorientierung				
Bezeichner	**Parameter**			**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	
ORIRESET	REAL: Grundstellung 1. Geoachse	REAL: Grundstellung 2. Geoachse	REAL: Grundstellung 3. Geoachse	Grundstellung der Werkzeugorientierung

Synchronspindel							
Bezeichner	Parameter						Erläuterung
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
COUPDEF	AXIS: Folge-spindel	AXIS: Leit-spindel	REAL: Zähler Über-setzungs-verhältnis	REAL: Nenner Über-setzungs-verhältnis	STRING[8]: Satz-wechsel-verhalten	STRING[2]: Koppelart	Synchronspindel-Verband definieren
COUPDEL	AXIS: Folge-spindel	AXIS: Leit-spindel					Synchronspindel-Verband löschen
COUPRES	AXIS: Folge-spindel	AXIS: Leit-spindel					Kopplungsparameter zurücksetzen auf projektierte MD- und SD-Werte
COUPON	AXIS: Folge-spindel	AXIS: Leit-spindel	REAL: Einschalt-position der Folge-spindel				Synchronspindel-Kopplung einschalten Wird für die Folgespindel eine Einschaltposition (Winkelversatz zwischen FS und LS, der sich -- absolut oder inkrementell -- auf die Null-Grad-Position der LS in positiver Drehrichtung bezieht) angegeben, dann wird die Kopplung erst eingeschaltet, wenn die angegebene Position überfahren wurde.
COUPONC	AXIS: Folge-spindel	AXIS: Leit-spindel					Synchronspindel-Kopplung einschalten Mit COUPONC wird beim Einschalten der Kopplung die aktuell wirksame Drehzahl der Folgespindel (M3/M4 S...) über-nommen.

Synchronspindel							
Bezeichner	**Parameter**						**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	
COUPOF	AXIS: Folge-spindel	AXIS: Leit-spindel	REAL: Ausschalt-position der Folge-spindel (absolut)	REAL: Ausschalt-position der Leitspindel (absolut)			Synchronspindel-Kopplung ausschalten 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.
COUPOFS	AXIS: Folge-spindel	AXIS: Leit-spindel	REAL: Ausschalt-position der Folge-spindel (absolut)				Synchronspindel-Kopplung ausschalten mit Stopp der Folge-spindel Wird eine Position angegeben, dann wird die Kopplung erst aufgelöst, wenn die angegebene Position überfahren wurde
WAITC	AXIS: Folge-spindel	STRING [8]: Satz-wechsel-verhalten	AXIS: Folge-spindel	STRING[8]: Satz-wechsel-verhalten			Warten, bis das Kopplungssatz-wechselkriterium für die Spindeln (max. 2) erfüllt ist Wird das Satz-wechselverhalten nicht angegeben, gilt das bei der Definition mit COUPDEF angegebene Satz-wechselverhalten.

Elektronisches Getriebe									
Bezeichner	**Parameter**								**Erläuterung**
EGDEL	**1.**								Kopplungs-definition für die Folge-achse löschen
	AXIS: Folge-achse								
EGDEF	**1.**	**2. / 4. / 6. / 8. / 10.**	**3. / 5. / 7. / 9. / 11.**						Definition eines elektroni-schen Getriebes
	AXIS: Folge-achse	AXIS: Leitachse	INT: Kopp-lungsart						
EGON	**1.**	**2.**	**3. / 6. / 9. / 12. / 15.**	**4. / 7. / 10. / 13. / 16.**	**5. / 8. / 11. / 14. / 17.**				Elektroni-sches Getriebe EIN ohne Synchro-nisation
	AXIS: Folge-achse	STRING: Satz-wechsel-verhalten	AXIS: Leitachse	REAL: Zähler des Koppel-faktors	REAL: Nenner des Koppel-faktors				
EGONSYN	**1.**	**2.**	**3.**	**4. / 8. / 12. / 16. / 20.**	**5. / 9. / 13. / 17. / 21.**	**6. / 10. / 14. / 18. / 22.**	**7. / 11. / 15. / 19. / 23.**		Elektroni-sches Getriebe EIN mit Synchro-nisation
	AXIS: Folge-achse	STRING: Satz-wechsel-verhalten	REAL: Syn-chron-position der Folge-achse	AXIS: Leitachse	REAL: Syn-chron-position der Leit-achse	REAL: Zähler des Koppel-faktors	REAL: Nenner des Koppel-faktors		
EGONSYNE	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5. / 9. / 13. / 17. / 21.**	**6. / 10. / 14. / 18. / 22.**	**7. / 11. / 15. / 19. / 23.**	**8. / 12. / 16. / 20. / 24.**	Elektroni-sches Getriebe EIN mit Synchro-nisation und Vorgabe des Anfahrmodus
	AXIS: Folge-achse	STRING: Satz-wechsel-verhalten	REAL: Syn-chron-position der Folge-achse	STRING: Anfahr-modus	AXIS: Leitachse	REAL: Syn-chron-position der Leit-achse	REAL: Zähler des Koppel-faktors	REAL: Nenner des Koppel-faktors	

Elektronisches Getriebe			
Bezeichner	**Parameter**		**Erläuterung**
EGOFS	**1.**	**2. - n.**	Elektronisches Getriebe selektiv ausschalten
	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	
EGOFC	**1.**		Elektronisches Getriebe ausschalten (Variante nur für Spindeln)
	AXIS: Folgespindel		

Nibbeln					
Bezeichner	**Parameter**				**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	
PUNCHAAC	REAL: kleinster Lochabstand	REAL: Anfangsbeschleunigung	REAL: größter Lochabstand	REAL: Endbeschleunigung	Wegabhängige Beschleunigung aktivieren

Auskunftsfunktionen im passiven Filesystem				
Bezeichner	**Parameter**			**Erläuterung**
	1.	**2.**	**3.**	
FILEDATE	VAR INT: Fehlermeldung	CHAR[160]: Dateiname	VAR CHAR[8]: Datum im Format "dd.mm.yy"	Liefert das Datum des letzten Schreibzugriffs auf eine Datei
FILETIME	VAR INT: Fehlermeldung	CHAR[160]: Dateiname	VAR CHAR[8]: Uhrzeit im Format "hh.mm.ss"	Liefert die Uhrzeit des letzten Schreibzugriffs auf eine Datei
FILESIZE	VAR INT: Fehlermeldung	CHAR[160]: Dateiname	VAR INT: Dateigröße	Liefert die aktuelle Größe einer Datei

Auskunftsfunktionen im passiven Filesystem				
Bezeichner	Parameter			Erläuterung
	1.	2.	3.	
FILESTAT	VAR INT: Fehler-meldung	CHAR[160]: Dateiname	VAR CHAR[5]: Datum im Format "rwxsd"	Liefert den Status einer Datei bezüglich folgender Rechte: 12. Lesen (r: read) 13. Schreiben (w: write) 14. Ausführen (x: execute) 15. Anzeigen (s: show) 16. Löschen (d: delete)
FILEINFO	VAR INT: Fehler-meldung	CHAR[160]: Dateiname	VAR CHAR[32]: Datum im Format "rwxsd nnnnnnnn dd.mm.yy hh:mm:ss"	Liefert für eine Datei die Summe der Informationen, die über FILEDATE, FILETIME, FILESIZE und FILESTAT auslesbar sind

Achscontainer		
Bezeichner	Parameter	Erläuterung
	1. - n.	
AXCTSWE	AXIS: Achscontainer	Achscontainer drehen
AXCTSWED	AXIS: Achscontainer	Achscontainer drehen (Befehlsvariante für die Inbetriebnahme!)
AXCTSWEC:	AXIS: Achscontainer	Freigabe zur Achscontainer-Drehung zurücknehmen

Master/Slave-Kopplung		
Bezeichner	Parameter	Erläuterung
	1. - n.	
MASLON	AXIS: Achsbezeichner	Master/Slave-Kopplung einschalten
MASLOF	AXIS: Achsbezeichner	Master/Slave-Kopplung trennen
MASLOFS	AXIS: Achsbezeichner	Master/Slave-Kopplung trennen und Slave-Spindeln automatisch abbremsen

Master/Slave-Kopplung		
Bezeichner	Parameter 1. - n.	Erläuterung
MASLDEF	AXIS: Achsbezeichner	Master/Slave-Kopplung definieren Die letzte Achse ist die Master-Achse.
MASLDEL	AXIS: Achsbezeichner	Master/Slave-Kopplung trennen und Definition des Verbandes löschen

Online-Werkzeuglängenkorrektur			
Bezeichner	Parameter		Erläuterung
	1.	2.	
TOFFON	AXIS: Korrektur-richtung	REAL: Offset-Wert in Korrektur-richtung	Online- Werkzeuglängenkorrektur in der angegebenen Korrekturrichtung aktivieren
TOFFOF	AXIS: Korrektur-richtung		Online-Werkzeuglängenkorrektur in der angegebenen Korrekturrichtung zurücksetzen

SERUPRO		
Bezeichner	Parameter	Erläuterung
IPTRLOCK		Beginn des suchunfähigen Programmabschnitts
IPTRUNLOCK		Ende des suchunfähigen Programmabschnitts

Rückzug		
Bezeichner	Parameter	Erläuterung
	1. - n.	
POLFMASK	AXIS: Geometrie- bzw. Maschinenachsname	Achsen für den Schnellrückzug freigeben (ohne Zusammenhang zwischen den Achsen)
POLFMLIN	AXIS: Geometrie- bzw. Maschinenachsname	Achsen für den linearen Schnellrückzug freigeben

Rückzug				
Bezeichner	**Parameter**			**Erläuterung**
POLFA	**1.**	**2.**	**3.**	Rückzugsposition für Einzelachsen
	AXIS: Kanalachs-bezeichner	INT: Typ	REAL: Wert	

Kollisionsvermeidung			
Bezeichner	**Parameter**		**Erläuterung**
	1.		
PROTA	STRING: "R"		Neuberechnung des Kollisionsmodells anfordern
PROTS	**1.**	**2. - n.**	Schutzbereichszustand setzen
	CHAR: Status	STRING: Schutzbereich sname	

16.6 Vordefinierte Prozeduren in Synchronaktionen

Die folgenden vordefinierten Prozeduren stehen ausschließlich in Synchronaktionen zur Verfügung.

Synchronprozeduren		
Bezeichner	**Parameter**	**Erläuterung**
STOPREOF		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		Einlesesperre

Synchronprozeduren		
Bezeichner	**Parameter**	**Erläuterung**
DELDTG	**1.** AXIS: Achse für axiales Restweglöschen (optional). Entfällt die Achse, wird Restweglöschen für Bahnweg angestoßen.	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.

Programmkoordinierung Technologiezyklen		
Bezeichner	**Parameter**	**Erläuterung**
	1.	
LOCK	INT: ID der Synchronaktion, die gesperrt werden soll	Synchronaktion mit ID sperren bzw. Technologiezyklus stoppen Es können eine oder mehrere IDs programmiert werden.
UNLOCK	INT: ID der Synchronaktion, die freigegeben werden soll	Synchronaktion mit ID freigeben bzw. Technologiezyklus fortsetzen Es können eine oder mehrere IDs programmiert werden.
RESET	INT: ID des Technologiezyklus, der rückgesetzt werden soll	Technologiezyklus rücksetzen Es können eine oder mehrere IDs programmiert werden.
ICYCON		Jeden Satz eines Technologiezyklus nach ICYCON in einem separaten IPO-Takt abarbeiten
ICYCOF		Alle Sätze eines Technologiezyklus nach ICYCOF in einem IPO-Takt abarbeiten

Polynomfunktionen						
Bezeichner	**Parameter**					**Erläuterung**
SYNFCT	**1.**	**2.**	**3.**			Wenn in der Bewegungssynchronaktion die Bedingung erfüllt ist, wird das durch den ersten Ausdruck bestimmte Polynom an der Eingangsvariablen ausgewertet. Der Wert wird dann nach unten und nach oben begrenzt und der Ergebnisvariablen zugewiesen.
	INT: Nummer der Polynom-funktion, die mit FCTDEF definiert wurde	VAR REAL: Ergebnis-variable *)	VAR REAL: Eingangs-variable **)			
FTOC	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	Ändern der Werkzeug-feinkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funktion (Polynom max. 3. Grades). Bei FCTDEF muss die hier verwendete Nummer angegeben werden.
	INT: Nummer der Polynom-funktion, die mit FCTDEF definiert wurde	VAR REAL: Eingangs-variable **)	INT: Länge 1, 2, 3	INT: Kanal-nummer	INT: Spindel-nummer	

*) Als Ergebnisvariable sind nur spezielle Systemvariablen zulässig (siehe Funktionshandbuch Synchronaktionen).

**) Als Eingangsvariable sind nur spezielle Systemvariablen zulässig (siehe Funktionshandbuch Synchronaktionen).

16.7 Vordefinierte Funktionen

Durch den Aufruf einer vordefinierten Funktion wird die Ausführung einer vordefinierten NCK-Funktion angestoßen, die im Unterschied zur vordefinierten Prozedur einen Rückgabewert liefert. Der Aufruf der vordefinierten Funktion kann als Operand im Ausdruck stehen.

Koordinatensystem						
Bezeichner	**Rückgabe-wert**	**Parameter**				**Erläuterung**
		1.	**2.**	**3. - 15.**	**4. - 16.**	
CTRANS	FRAME	AXIS: Achs-bezeichner	REAL: Verschiebung	wie Parameter 1	wie Parameter 2	Translation: Nullpunkt-verschiebung GROB für mehrere Achsen
CFINE	FRAME	AXIS: Achs-bezeichner	REAL: Verschiebung	wie Parameter 1	wie Parameter 2	Translation: Nullpunkt-verschiebung FINE für mehrere Achsen
CSCALE	FRAME	AXIS: Achs-bezeichner	REAL: Maßstabs-faktor	wie Parameter 1	wie Parameter 2	Scale: Maßstabsfaktor für mehrere Achsen
		1.	**2.**	**3. / 5.**	**4. / 6.**	
CROT	FRAME	AXIS: Achs-bezeichner	REAL: Drehung	wie Parameter 1	wie Parameter 2	Rotation: Drehung des aktuellen Koordinatensystems Maximale Parameter-anzahl: 6 (je ein Achsbezeichner und Wert pro Geometrieachse).
CROTS	FRAME	AXIS: Achs-bezeichner	REAL: Drehung mit Raumwinkel	wie Parameter 1	wie Parameter 2	Rotation: Drehung des aktuellen Koordinatensystems mit Raumwinkel Maximale Parameter-anzahl: 6 (je ein Achsbezeichner und Wert pro Geometrieachse).
CMIRROR		**1.**	**2. - 8.**			Mirror: Spiegeln an einer Koordinatenachse
	FRAME	AXIS	wie Parameter 1			

Koordinatensystem						
Bezeichner	**Rückgabe-wert**	**Parameter**				**Erläuterung**
		1.	**2.**			
CRPL	FRAME	INT: Drehachse	REAL: Drehwinkel			Frame-Drehung in einer beliebigen Ebene
ADDFRAME	INT: 0 = OK 1 = Ziel-angabe (String) ist falsch 2 = Ziel-Frame ist nicht projektiert 3 = Drehung im Frame ist nicht erlaubt	FRAME: additives gemessenes oder berechnetes Frame	STRING: spezifiziert Zielframe			Berechnet den Ziel-Frame, der durch den String spezifiziert ist Der Ziel-Frame wird so berechnet, dass sich das neue Gesamt-Frame als Verkettung des alten Gesamt-Frames mit dem übergebenen Frame ergibt.
INVFRAME	FRAME	**1.** FRAME				Berechnet aus einem Frame den inversen Frame Die Frame-Verkettung eines Frames mit seinem inversen Frame ergibt immer einen Null-Frame
MEAFRAME	FRAME	**1.** REAL[3,3]: Koordinaten der gemessenen Raumpunkte	**2.** REAL[3,3]: Koordinaten der Sollpunkte	**3.** VAR REAL: Variable, mit der Informa-tionen zur Qualität der FRAME-Berechnung zurück-gegeben werden		Frame-Berechnung aus 3 Messpunkten im Raum

Geometrie-Funktionen					
Bezeichner	**Rückgabewert**	**Parameter**			**Erläuterung**
		1.	**2.**	**3.**	
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 Kreismittel-punkts	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.
INTERSEC	BOOL: Fehlerstatus	VAR REAL [11]: Erstes Konturelement	VAR REAL [11]: Zweites Konturelement	VAR REAL [2]: Ergebnisvektor: Schnittpunkt-koordinate, Abszisse und Ordinate	Schnittpunktberechnung Es wird der Schnittpunkt zwischen zwei Konturelementen berechnet. Die Schnittpunktkoordinaten sind Rückgabewerte. Der Fehlerstatus gibt an, ob ein Schnittpunkt gefunden wurde.

Kurventabellen-Funktionen								
Bezeichner	**Rück-gabewert**	**Parameter**						**Erläuterung**
		1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	
CTAB	REAL: Folge-achs-position	REAL: Leitachs-position	INT: Tabellen-nummer	VAR REAL[ ]: Ergebnis Steigung	AXIS: Folge-achse für Skalie-rung	AXIS: Leitachse für Skalie-rung		Folgeachsposition zur angegebenen Leitachsposition aus Kurventabelle ermitteln Sind Parameter 4/5 nicht programmiert, wird mit Standard-Skalierung gerechnet.
CTABINV	REAL: Folge-achs-position	REAL: Leitachs-position	REAL: Leit-position	INT: Tabellen-nummer	VAR REAL[ ]: Ergebnis Steigung	AXIS: Folge-achse für Skalie-rung	AXIS: Leitachse für Skalie-rung	Leitachsposition zur angegebenen Folgeachsposition aus Kurventabelle ermitteln Sind Parameter 5/6 nicht programmiert, wird mit Standard-Skalierung gerechnet.

Kurventabellen-Funktionen								
Bezeichner	Rück-gabewert	Parameter						Erläuterung
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
CTABID	INT: Tabellen-nummer	INT: Eintrags-nummer im Speicher	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM"					Liefert die Kurventabellen-nummer, die unter der angegebenen Nummer im Speicher eingetragen ist
CTABISLOCK	INT: Sperr-zustand	INT: Tabellen-nummer						Gibt den Sperrzustand der Kurventabelle zurück
CTABEXISTS	INT: Sperr-zustand	INT: Tabellen-nummer						Prüft, ob die Kurventabelle im statischen oder dynamischen NC-Speicher vorhanden ist
CTABMEMTYP	INT: Speicher-ort	INT: Tabellen-nummer						Gibt den Speicherort der Kurventabelle zurück
CTABPERIOD	INT: Periodi-zität	INT: Tabellen-nummer						Ermittelt die Periodizität der Kurventabelle
CTABNO	INT: Anzahl der Tabellen							Gesamtanzahl der definierten Kurventabellen bestimmen (im statischen und dynamischen NC-Speicher)
CTABNOMEM	INT: Anzahl der Tabellen	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM"						Anzahl der definierten Kurventabellen im angegebenen Speicher bestimmen
CTABFNO	INT: Anzahl der Tabellen	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM"						Anzahl der noch möglichen Kurventabellen im angegebenen Speicher bestimmen

Kurventabellen-Funktionen								
Bezeichner	Rück-gabewert	Parameter						Erläuterung
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
CTABSEG	INT: Anzahl der Kurven-seg-mente	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM"	STRING: Segment-art: "L": Linear "P": Polynom					Anzahl der verwendeten Kurvensegmente der angegebenen Segmentart im angegebenen Speicher bestimmen Wird Parameter 3 nicht programmiert, wird die Summe aus Linear- und Polynom-Segmenten ausgegeben.
CTABSEGID	INT: Anzahl der Kurven-seg-mente	INT: Tabellen-nummer	STRING: Segment-art: "L": Linear "P": Polynom					Anzahl der Kurvensegmente der angegebenen Segmentart bestimmen, die von der Kurventabelle verwendet werden
CTABFSEG	INT: Anzahl der Kurven-seg-mente	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM"	STRING: Segment-art: "L": Linear "P": Polynom					Anzahl der noch möglichen Kurvensegmente der angegebenen Segmentart im angegebenen Speicher bestimmen
CTABMSEG	INT: Anzahl der Kurven-seg-mente	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM"	STRING: Segment-art: "L": Linear "P": Polynom					Anzahl der maximal möglichen Kurvensegmente der angegebenen Segmentart im angegebenen Speicher bestimmen
CTABPOL	INT: Anzahl der Kurven-polynome	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM"						Anzahl der verwendeten Kurvenpolynome im angegebenen Speicher bestimmen
CTABPOLID	INT: Anzahl der Kurven-polynome	INT: Tabellen-nummer						Anzahl der Kurvenpolynome bestimmen, die von der Kurventabelle verwendet werden

Kurventabellen-Funktionen								
Bezeichner	Rück-gabewert	Parameter						Erläuterung
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
CTABFPOL	INT: Anzahl der Kurven-polynome	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM						Anzahl der maximal möglichen Kurvenpolynome im angegebenen Speicher bestimmen
CTABMPOL	INT: Anzahl der Kurven-polynome	STRING: Speicher-ort: "SRAM", "DRAM						Anzahl der maximal möglichen Kurvenpolynome im angegebenen Speicher bestimmen
CTABSSV	REAL: Folge-achs-position	REAL: Leitachs-position	INT: Tabellen-nummer	VAR REAL[ ]: Ergebnis Steigung	AXIS: Folge-achse für Skalie-rung	AXIS: Leitachse für Skalie-rung		Folgeachswert am Anfang des zum angegebenen Leitachswert gehörenden Kurvensegments ermitteln
CTABSEV	REAL: Folge-achs-position	REAL: Leitachs-position	INT: Tabellen-nummer	VAR REAL[ ]: Ergebnis Steigung	AXIS: Folge-achse für Skalie-rung	AXIS: Leitachse für Skalie-rung		Folgeachswert am Ende des zum angegebenen Leitachswert gehörenden Kurvensegments ermitteln
CTABTSV	REAL: Folge-achs-position	INT: Tabellen-nummer	VAR REAL[ ]: Ergebnis Steigung Start der Tabelle	AXIS: Folge-achse				Folgeachswert am Anfang der Kurventabelle ermitteln
CTABTEV	REAL: Folge-achs-position	INT: Tabellen-nummer	VAR REAL[ ]: Ergebnis Steigung Ende der Tabelle	AXIS: Folge-achse				Folgeachswert am Ende der Kurventabelle ermitteln
CTABTSP	REAL: Leitachs-position	INT: Tabellen-nummer	VAR REAL[ ]: Ergebnis Steigung Start der Tabelle	AXIS: Leitachse				Leitachswert am Anfang der Kurventabelle ermitteln
CTABTEP	REAL: Leitachs-position	INT: Tabellen-nummer	VAR REAL[ ]: Ergebnis Steigung Ende der Tabelle	AXIS: Leitachse				Leitachswert am Ende der Kurventabelle ermitteln

Kurventabellen-Funktionen								
Bezeichner	Rück-gabewert	Parameter						Erläuterung
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
CTABTMIN	REAL: minimaler Folge-achswert	INT: Tabellen-nummer	REAL: Leitwert-intervall untere Grenze	REAL: Leitwert-intervall obere Grenze	AXIS: Folge-achse	AXIS: Leitachse		Minimalwert der Folgeachse im gesamten Definitionsbereich der Kurventabelle oder in einem definierten Intervall bestimmen
CTABTMAX	REAL: maxi-maler Folge-achswert	INT: Tabellen-nummer	REAL: Leitwert-intervall untere Grenze	REAL: Leitwert-intervall obere Grenze	AXIS: Folge-achse	AXIS: Leitachse		Maximalwert der Folgeachse im gesamten Definitionsbereich der Kurventabelle oder in einem definierten Intervall bestimmen
Hinweis: Die Kurventabellen-Funktionen können auch in Synchronaktionen programmiert werden.								

Achsfunktionen						
Bezeichner	Rückgabe-wert	Parameter				
		1.	2.	3.	4.	Erläuterung
AXNAME	AXIS: Achs-bezeichner	STRING [ ]: Eingangs-string				Konvertiert Eingangsstring in Achsbezeichner
AXSTRING	STRING[ ]: Achsname	AXIS: Achs-bezeichner				Konvertiert Achsbezeichner in String
ISAXIS	BOOL: Achse vorhanden (TRUE) oder nicht (FALSE)	INT: Nummer der Geometrie-achse (1 bis 3)				Prüft, ob die als Parameter angegebene Geometrieachse 1 bis 3 entsprechend Maschinendatum MD20050 $MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB vorhanden ist
SPI	AXIS: Achs-bezeichner	INT: Spindel-nummer				Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner
AXTOSPI	INT: Spindel-nummer	AXIS: Achs-bezeichner				Konvertiert Achsbezeichner in Spindelnummer

Achsfunktionen						
Bezeichner	Rückgabe-wert	Parameter				
		1.	2.	3.	4.	Erläuterung
AXTOINT	INT: Achsindex	AXIS: Achs-bezeichner				Konvertiert Achsbezeichner in Achsindex
INTTOAX	AXIS: Achs-bezeichner	INT: Achsindex				Konvertiert Achsindex in Achsbezeichner
MODAXVAL	REAL: Modulowert	AXIS: Achs-bezeichner	REAL: Achsposition			Berechnet aus der eingegebenen Achsposition den Modulorest Ist die angegebene Achse keine Moduloachse, wird die Achsposition unverändert zurückgegeben.
POSRANGE	BOOL: Sollposition innerhalb des Positions-fensters (TRUE) oder nicht (FALSE)	AXIS: Achs-bezeichner	REAL: Referenz-position im Koordinaten-system	REAL: Positions-fensterbreite	INT: Koordinaten-system	Ermittelt, ob sich die Sollposition einer Achse in einem Fenster um eine vorgegebene Referenzposition befindet

Werkzeugverwaltung					
Bezeichner	Rückgabewert	Parameter			Erläuterung
		1.	2.	3.	
CHKDM	INT: Status = Ergebnis der Prüfung	INT: Magazinnummer	INT: D-Nummer		Prüft die Eindeutigkeit der D-Nummer innerhalb eines Magazins
CHKDNO	INT: Status = Ergebnis der Prüfung	INT: T-Nummer des 1. Werkzeugs	INT: T-Nummer des 2. Werkzeugs	INT: D-Nummer	Prüft die Eindeutigkeit der D-Nummer
GETACTT	INT: Status	INT: T-Nummer	STRING[32]: Werkzeugname		Bestimmt aktives Werkzeug aus einer Gruppe von gleichnamigen Werkzeugen
GETACTTD	INT: Status = Ergebnis der Prüfung	VAR INT: gefundene T-Nummer (Rückgabewert)	INT: D-Nummer		Ermittelt zu einer absoluten D-Nummer die zugehörige T-Nummer

Werkzeugverwaltung					
Bezeichner	Rückgabewert	Parameter			Erläuterung
		1.	2.	3.	
GETDNO	INT: D-Nummer	INT: T-Nummer	INT: Schneiden-nummer		Liefert die D-Nummer der Schneide des Werkzeugs T
GETT	INT: T-Nummer	STRING[32]: Werkzeugname	INT: Duplo-Nummer		Bestimmt T-Nummer zu Werkzeugnamen
NEWT	INT: T-Nummer	STRING[32]: Werkzeugname	INT: Duplo-Nummer		Neues Werkzeug anlegen (Werkzeugdaten bereitstellen) Duplo-Nummer kann entfallen.
TOOLENV	INT: Status	STRING: Name			Abspeichern einer Werkzeugumgebung mit angegebenem Namen im statischen NC-Speicher
DELTOOLENV	INT: Status	STRING: Name			Löschen einer Werkzeug-umgebung mit angegebenem Namen im statischen NC-Speicher Löscht alle Werkzeug-umgebungen, wenn kein Name angegeben ist.
GETTENV	INT: Status	STRING: Name	INT: Nummer [0] Nummer [1] Nummer [2]		Lesen von: 17. T-Nummer 18. D-Nummer 19. DL-Nummer aus einer Werkzeugumgebung mit angegebenem Namen

Arithmetik					
Bezeichner	Rückgabewert	Parameter			Erläuterung
		1.	2.	3.	
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
POT	REAL	REAL			Quadrat
TRUNC	REAL	REAL			Abschneiden der Nachkommastellen

Arithmetik					
Bezeichner	**Rückgabewert**	**Parameter**			**Erläuterung**
		1.	**2.**	**3.**	
ROUND	REAL	REAL			Runden der Nachkommastellen
ABS	REAL	REAL			Absolutwert bilden
LN	REAL	REAL			Natürlicher Logarithmus
EXP	REAL	REAL			Exponentialfunktion e^x
MINVAL	REAL	REAL	REAL		Ermittelt kleineren Wert zweier Variablen
MAXVAL	REAL	REAL	REAL		Ermittelt größeren Wert zweier Variablen
BOUND	REAL: Prüfstatus	REAL: Schranke Minimum	REAL: Schranke Maximum	REAL: Prüfvariable	Prüft, ob der Variablenwert innerhalb des definierten Wertebereichs Min / Max liegt
Hinweis: 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.					

String-Funktionen					
Bezeichner	**Rückgabewert**	**Parameter**			**Erläuterung**
		1.	**2.**	**3.**	
ISNUMBER	BOOL	STRING			Überprüft, ob der Eingangsstring in eine Zahl gewandelt werden kann
NUMBER	REAL	STRING			Wandelt den Eingangsstring in eine Zahl
TOUPPER	STRING	STRING			Wandelt alle Buchstaben des Eingangsstrings in Großbuchstaben
TOLOWER	STRING	STRING			Wandelt alle Buchstaben des Eingangsstrings in Kleinbuchstaben
STRLEN	INT	STRING			Ergebnis ist die Länge des Eingangsstrings bis Stringende (0)
INDEX	INT	STRING	CHAR		Sucht 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		Sucht 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.

String-Funktionen					
Bezeichner	**Rückgabewert**	**Parameter**			**Erläuterung**
		1.	**2.**	**3.**	
MINDEX	INT	STRING	STRING		Sucht 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	INT	Liefert den durch Beginn (2. Parameter) und Anzahl von Zeichen (3. Parameter) beschriebenen Teilstring des Eingangsstrings (1. Parameter) zurück
SPRINT	STRING	STRING			Liefert den Eingangsstring (1. Parameter) formatiert zurück.

Funktionen für Messzyklen								
Bezeichner	**Rück-gabe-wert**	**Parameter**						**Erläuterung**
		1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	
CALCPOSI	INT: Status	REAL[3]: Aus-gangs-position im WKS	REAL[3]: inkre-mentelle Weg-vorgabe bezogen auf Aus-gangs-position	REAL[5]: Mindest-abstände zu den Überwa-chungs-grenzen	REAL[3]: Rück-gabefeld für den mögl. inkr. Weg	BOOL: Umrech-nung des Maß-systems ja/nein	INT: Art der Grenz-über-wachung	Überprüft, ob ausgehend von einem gegebenen Startpunkt die Geometrieachsen einen vorgegebenen Weg verfahren können, ohne die Achsgrenzen zu verletzen Für den Fall, das der vorgegebene Weg ohne Verletzungen nicht gefahren werden kann, wird der maximal zulässige Wert zurückgegeben.
GETTCOR	INT: Status	REAL [11]:	STRING: WZ-Längen-kompo-nente : Koordi-naten-system	STRING: Name der WZ-Umge-bung	INT: interne T-Nr. des Werk-zeugs	INT: Schnei-den-nummer (D-Nr.) des Werk-zeugs	INT: Nummer der ortsab-hängigen Korrektur (DL-Nr. des WZs))	Werkzeuglängen und Werkzeuglängen-komponenten aus WZ-Umgebung bzw. aktueller Umgebung lesen

Funktionen für Messzyklen											
Bezeichner	**Rückgabewert**	**Parameter**									**Erläuterung**
LENTOAX	INT: Status	**1.**	**2.**	**3.**							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.
		INT[3]: Achszuordnung der Geoachsen	REAL[3]: Matrix zur Abbildung der WZ-Längen im Koordinatensystem	STRING: Koordinatensystem für die Zuordnung							
SETTCOR	INT: Status	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	Verändert Werkzeugkomponenten unter Berücksichtigung aller Randbedingungen, die in die Bewertung der einzelnen Komponenten eingehen
		REAL [3]: Korrekturvektor im Raum	STR.: Komponentenbezeichner	INT: zu korr. Komponente(n) 0 - 11	INT: Art der Schreiboperation 0 - 3	INT: Index der Geoachse	STRING: Name der WZ-Umgebung	INT: int. T-Nr. des WZs	INT: D-Nr. des WZs	INT: DL-Nr. des WZs	

Sonstige Funktionen								
Bezeichner	Rück-gabewert	Parameter						Erläuterung
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
STRINGIS	INT: Info über den String	STRING: Name des zu prüfen-den Elements						Prüft, ob der angegebene String als Element der NC-Programmiersprache im aktuellen Sprachumfang zur Verfügung steht
ISVAR	BOOL: Variable bekannt ja/nein	STRING: Name der Variablen						Prüft, ob der Übergabeparameter eine in der NC bekannte Variable enthält (Maschinendatum, Settingdatum, Systemvariable, allgemeine Variablen wie GUD's)
GETVARTYP	INT: Datentyp	STRING: Name der Variablen						Liest den Datentyp einer System-/Anwendervariablen
GETVARPHU	INT: Zahlen-wert der physikali-schen Einheit	STRING: Name der Variablen						Liest die physikalische Einheit einer System-/Anwendervariablen
GETVARAP	INT: Schutz-stufe für den Zugriff	STRING: Name der Variablen	STRING: Art des Zugriffs					Liest das Zugriffsrecht auf eine System-/Anwendervariable
GETVARLIM	INT: Status	STRING: Name der Variablen	CHAR: Gibt an, welcher Grenz-wert ausge-lesen werden soll	VAR REAL: Rück-gabe des Grenz-werts				Liest den unteren/oberen Grenzwert einer System-/Anwendervariablen

Sonstige Funktionen								
Bezeichner	Rück-gabewert	Parameter						Erläuterung
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
GETVARDFT	INT: Status	STRING: Name der Variablen	VAR REAL/ STRING/ FRAME: Rück-gabe des Stan-dard-werts	INT: Index auf erste Dimen-sion (optional)	INT: Index auf zweite Dimen-sion (optional)	INT: Index auf dritte Dimen-sion (optional)		Liest den Standardwert einer System-/Anwendervariablen
COLLPAIR	INT: Prüf-ergebnis	STRING: Name des 1. Schutz-bereichs	STRING: Name des 2. Schutz-bereichs	BOOL: Alarm-unter-drückung (optional)				Prüfen auf Zugehörigkeit zu einem Kollisionspaar
PROTD	REAL: Abstand der beiden Schutz-bereiche	STRING: Name des 1. Schutz-bereichs	STRING: Name des 2. Schutz-bereichs	VAR REAL: Rückgab ewert: 3-dimen-sionaler Abstands vektor	BOOL: Maß-system für Abstand und Abstands vektor (optional)			Berechnet den Abstand der beiden angegebenen Schutzbereiche
DELOBJ	INT: Fehler-code	STRING: Typ der zu löschen-den Kompo-nente	INT: Start-Index der zu löschen-den Kompo-nenten (optional)	INT: Ende-Index der zu löschen-den Kompo-nenten (optional)	BOOL: Alarm-unter-drückung (optional)			Löschen von Elementen von kine-matischen Ketten, Schutzbereichen, Schutzbereichs-elementen, Kollisions-paaren und Transformationsdaten
NAMETOINT	INT: System-variableni ndex	STRING: Name des System-variablen feldes	STRING: Zeichen-kette/Na me	BOOL: Alarm-unter-drückung (optional)				Ermittelt anhand der Zeichenkette den zugehörigen System-variablenindex

16.8 Aktuelle Sprache im HMI

Die folgende Tabelle enthält alle auf der Bedienoberfläche verfügbaren Sprachen.

Die aktuell eingestellte Sprache ist im Teileprogramm und in Synchronaktionen über folgende Systemvariable abfragbar:

$AN_LANGUAGE_ON_HMI = <Wert>

<Wert>	Sprache	Sprachkürzel
1	Deutsch (Deutschland)	DEU
2	Französisch	FRA
3	Englisch (Vereinigtes Königreich)	ENG
4	Spanisch	ESP
6	Italienisch	ITA
7	Niederländisch	NLD
8	Chinesisch (vereinfacht)	CHS
9	Schwedisch	SVE
18	Ungarisch	HUN
19	Finnisch	FIN
28	Tschechisch	CSY
50	Portugiesisch (Brasilien)	PTB
53	Polnisch	PLK
55	Dänisch	DAN
57	Russisch	RUS
68	Slowakisch	SKY
72	Rumänisch	ROM
80	Chinesisch (traditionell)	CHT
85	Koreanisch	KOR
87	Japanisch	JPN
89	Türkisch	TRK

Hinweis

Eine Aktualisierung von $AN_LANGUAGE_ON_HMI erfolgt:

- nach Systemhochlauf.
- nach NCK- und/oder PLC-Reset.
- nach dem Umschalten auf einen anderen NCK im Rahmen von M2N.
- nach Sprachumschaltung auf HMI.

Anhang A

A.1 Liste der Abkürzungen

A	
A	Ausgang
ADI4	Analog Drive Interface for 4 Axes
AC	Adaptive Control
ALM	Active Line Module
ARM	Asynchroner rotatorischer Motor
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
AUXFU	Auxiliary Function: Hilfsfunktion
AWL	Anweisungsliste
AWP	Anwenderprogramm

B	
BA	Betriebsart
BAG	Betriebsartengruppe
BCD	Binary Coded Decimals: Im Binärcode verschlüsselte Dezimalzahlen
BERO	Berührungsloser Endschalter mit rückgekoppeltem Oszillator
BI	Binector Input
BICO	Binector Connector
BIN	Binary Files: Binärdateien
BIOS	Basic Input Output System
BKS	Basiskoordinatensystem
BO	Binector Output
BTSS	Bedientafelschnittstelle

C	
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CC	Compile Cycle: Compile-Zyklen

C	
CI	Connector Input
CF-Card	Compact Flash-Card
CNC	Computerized Numerical Control: Computerunterstützte numerische Steuerung
CO	Connector Output
CoL	Certificate of License
COM	Communication
CPA	Compiler Projecting Data: Projektierdaten des Compilers
CRT	Cathode Ray Tube: Bildröhre
CSB	Central Service Board: PLC-Baugruppe
CU	Control Unit
CP	Communication Processor
CPU	Central Processing Unit: Zentrale Rechnereinheit
CR	Carriage Return
CTS	Clear To Send: Meldung der Sendebereitschaft bei seriellen Daten-Schnittstellen
CUTCOM	Cutter Radius Compensation: Werkzeugradiuskorrektur

D	
DAU	Digital-Analog-Umwandler
DB	Datenbaustein (PLC)
DBB	Datenbaustein-Byte (PLC)
DBD	Datenbaustein-Doppelwort (PLC)
DBW	Datenbaustein-Wort (PLC)
DBX	Datenbaustein-Bit (PLC)
DDE	Dynamic Data Exchange
DIN	Deutsche Industrie Norm
DIO	Data Input/Output: Datenübertragungs-Anzeige
DIR	Directory: Verzeichnis
DLL	Dynamic Link Library
DO	Drive Object
DPM	Dual Port Memory
DPR	Dual Port RAM
DRAM	Dynamischer Speicher (ungepuffert)
DRF	Differential Resolver Function: Differential-Drehmelder-Funktion (Handrad)
DRIVE-CLiQ	Drive Component Link with IQ
DRY	Dry Run: Probelaufvorschub
DSB	Decoding Single Block: Dekodierungseinzelsatz
DSC	Dynamic Servo Control / Dynamic Stiffness Control
DW	Datenwort
DWORD	Doppelwort (aktuell 32 Bit)

E	
E	Eingang
E/A	Ein-/Ausgabe
ENC	Encoder: Istwertgeber
EFP	Einfach Peripheriemodul (PLC–E/A–Baugruppe)
EGB	Elektronisch gefährdete Baugruppen/Bauelemente
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
EnDat	Geberschnittstelle
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory: Löschbarer, elektrisch programmierbarer nur Lesespeicher
ePS Network Services	Dienste zur internetgestützten Maschinen-Fernwartung
EQN	Typbezeichnung eines Absolutwertgebers mit 2048 Sinussignalen/Umdrehung
ES	Engineering System
ESR	Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen
ETC	ETC–Taste ">"; Erweiterung der Softkeyleiste im gleichen Menü

F	
FB	Funktionsbaustein (PLC)
FC	Function Call: Funktionsbaustein (PLC)
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
FPU	Floating Point Unit: Gleitpunkteinheit
FRK	Fräsradiuskorrektur
FST	Feed Stop: Vorschub Halt
FUP	Funktionsplan (Programmiermethode für PLC)
FW	Firmware

G	
GC	Global Control (PROFIBUS: Broadcast-Telegramm)
GEO	Geometrie, z.B. Geometrieachse
GIA	Gear Interpolation Data: Getriebeinterpolationsdaten
GND	Signal Ground
GP	Grundprogramm (PLC)
GS	Getriebestufe
GSD	Gerätestammdatei zur Beschreibung eines PROFIBUS Slaves

G	
GSDML	Generic Station Description Markup Language: XML-basierte Beschreibungssprache zur Erstellung einer GSD-Datei
GUD	Global User Data: Globale Anwenderdaten

H	
HEX	Kurzbezeichnung für hexadezimale Zahl
HiFu	Hilfsfunktion
HLA	Hydraulischer Linearantrieb
HMI	Human Machine Interface: SINUMERIK-Bedienoberfläche
HSA	Hauptspindelantrieb
HW	Hardware

I	
IBN	Inbetriebnahme
IKA	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

J	
JOG	Jogging: Einrichtbetrieb

K	
K_V	Verstärkungsfaktor des Regelkreises
K_P	Proportionalverstärkung
$K_Ü$	Übersetzungsverhältnis
KOP	Kontaktplan (Programmiermethode für PLC)

L	
LAI	Logic Machine Axis Image: Logisches Maschinenachsen-Abbild
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid-Crystal Display: Flüssigkristallanzeige
LED	Light Emitting Diode: Leuchtdiode
LF	Line Feed
LMS	Lagemesssystem
LR	Lageregler
LSB	Least Significant Bit: Niederwertigstes Bit
LUD	Local User Data: Anwenderdaten (lokal)

M	
MAC	Media Access Control
MAIN	Main program: Hauptprogramm (OB1, PLC)
MB	Megabyte
MCI	Motion Control Interface
MCIS	Motion–Control–Information–System
MCP	Machine Control Panel: Maschinensteuertafel
MD	Maschinendatum bzw. Maschinendaten
MDA	Manual Data Automatic: Handeingabe
MELDW	Meldungswort
MKS	Maschinenkoordinatensystem
MLFB	Maschinenlesbare Fabrikatbezeichnung
MM	Motor Module
MPF	Main Program File: Hauptprogramm (NC)
MSTT	Maschinensteuertafel

N	
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
NX	Numerical Extension: Achserweiterungsbaugruppe

O	
OB	Organisationsbaustein in der PLC
OEM	Original Equipment Manufacturer
OP	Operation Panel: Bedieneinrichtung
OPI	Operation Panel Interface: Bedientafel-Anschaltung
OPT	Options: Optionen
OLP	Optical Link Plug: Busstecker für Lichtleiter
OSI	Open Systems Interconnection: Normung für Rechnerkommunikation

P	
PAA	Prozessabbild der Ausgänge
PAE	Prozessabbild der Eingänge
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 (Rechnereinheit)
PG	Programmiergerät
PKE	Parameterkennung: Teil eines PKW
PKW	Parameterkennung: Wert (Parametrierteil eines PPO)
PLC	Programmable Logic Control: Anpass-Steuerung
PN	PROFINET
PNO	PROFIBUS-Nutzerorganisation
PO	POWER ON
POE	Programmorganisationseinheit
POS	Position/Positionieren
POSMO A	Positioning Motor Actuator: Positioniermotor
POSMO CA	Positioning Motor Compact AC: Komplette Antriebseinheit mit integrierter Leistungs– und Reglungsbaugruppe sowie Positioniereinheit und Programmspeicher; Wechselstrom–Einspeisung
POSMO CD	Positioning Motor Compact DC: wie CA, jedoch Gleichstromeinspeisung
POSMO SI	Positioning Motor Servo Integrated: Positioniermotor; Gleichstromeinspeisung
PPO	Parameter Prozessdaten Objekt ; Zyklisches Datentelegramm bei der Übertragung mit PROFIBUS–DP und Profil "Drehzahlveränderbare Antriebe"
PPU	Panel Processing Unit (zentrale Hardware einer Panel-basierten CNC-Steuerung z.B. SINUMERIK 828D)
PROFIBUS	Process Field Bus: Serieller Datenbus
PRT	Programmtest
PSW	Programmsteuerwort
PTP	Point to Point: Punkt zu Punkt
PUD	Program Global User Data: Programmglobale Anwendervariable
PZD	Prozessdaten: Prozessdatenteil eines PPO

Q	
QFK	Quadrantenfehler Kompensation

R	
RAM	Random Access Memory: Schreib-/Lese-Speicher
REF	Funktion Referenzpunkt anfahren
REPOS	Funktion Repositionieren
RISC	Reduced Instruction Set Computer: Prozessortyp mit kleinem Befehlssatz und schnellem Befehlsdurchsatz
ROV	Rapid Override: Eingangskorrektur
RP	R-Parameter, Rechenparameter, vordefinierte Anwendervariable
RPA	R-Parameter Active: Speicherbereich in NCK für R-Parameternummern
RPY	Roll Pitch Yaw: Drehungsart eines Koordinatensystems
RTLI	Rapid Traverse Linear Interpolation: Lineare Interpolation bei Eilgangbewegung
RTS	Request To Send: Sendeteil einschalten, Steuersignal von seriellen Daten-Schnittstellen
RTCP	Real Time Control Protocol

S	
SA	Synchronaktion
SBC	Safe Break Control: Sichere Bremsenansteuerung
SBL	Single Block: Einzelsatz
SBR	Subroutine: Unterprogramm (PLC)
SD	Settingdatum bzw. Settingdaten
SDB	System Datenbaustein
SEA	Setting Data Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Settingdaten
SERUPRO	Search-Run by Program Test: Suchlauf via Programmtest
SFB	System Funktionsbaustein
SFC	System Function Call
SGE	Sicherheitsgerichteter Eingang
SGA	Sicherheitsgerichteter Ausgang
SH	Sicherer Halt
SIM	Single in Line Module
SK	Softkey
SKP	Skip: Funktion zum Ausblenden eines Teileprogrammsatzes
SLM	Synchroner Linearmotor
SM	Schrittmotor
SMC	Sensor Module Cabinet Mounted

S	
SME	Sensor Module Externally Mounted
SMI	Sensor Module Integrated
SPF	Sub Program File: Unterprogramm (NC)
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung = PLC
SRAM	Statischer Speicher (gepuffert)
SRK	Schneidenradiuskorrektur
SRM	Synchron rotatorischer Motor
SSFK	Spindelsteigungsfehlerkompensation
SSI	Serial Synchron Interface: Serielle synchrone Schnittstelle
SSL	Satzsuchlauf
STW	Steuerwort
SUG	Scheibenumfangsgeschwindigkeit
SW	Software
SYF	System Files: Systemdateien
SYNACT	Synchronized Action: Synchronaktion

T	
TB	Terminal Board (SINAMICS)
TCP	Tool Center Point: Werkzeugspitze
TCP/IP	Transport Control Protocol / Internet Protocol
TCU	Thin Client Unit
TEA	Testing Data Active: Kennung für Maschinendaten
TIA	Totally Integrated Automation
TM	Terminal Module (SINAMICS)
TO	Tool Offset: Werkzeugkorrektur
TOA	Tool Offset Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Werkzeugkorrekturen
TRANSMIT	Transform Milling Into Turning: Koordinatentransformation für Fräsbearbeitungen an einer Drehmaschine
TTL	Transistor–Transistor–Logik (Schnittstellen–Typ)
TZ	Technologiezyklus

U	
UFR	User Frame: Nullpunktverschiebung
UP	Unterprogramm
USB	Universal Serial Bus
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung

V	
VDI	Interne Kommunikationsschnittstelle zwischen NCK und PLC
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VI	Voltage Input
VO	Voltage Output
VSA	Vorschubantrieb

W	
WAB	Funktion Weiches An- und Abfahren
WKS	Werkstückkoordinatensystem
WKZ	Werkzeug
WLK	Werkzeuglängenkorrektur
WOP	Werkstatt-orientierte Programmierung
WPD	Work Piece Directory: Werkstückverzeichnis
WRK	Werkzeug-Radius-Korrektur
WZ	Werkzeug
WZK	Werkzeugkorrektur
WZV	Werkzeugverwaltung
WZW	Werkzeugwechsel

X	
XML	Extensible Markup Language

Z	
ZOA	Zero Offset Active: Kennung für Nullpunktverschiebungen
ZSW	Zustandswort (des Antriebs)

A.2 Dokumentationsübersicht

Allgemeine Dokumentation

Werbeschrift
– SINUMERIK 840D sl
– SINUMERIK 828D
– SINUMERIK 828D BASIC T

Katalog NC 62
SINUMERIK 840D sl
Typ 1B

Katalog NC 82
SINUMERIK 828D
BASIC T/BASIC M
SINAMICS S120 Combi
Motoren 1FK7 und 1PH8

Katalog PM 21
SIMOTION,
SINAMICS S120
und Motoren für
Produktionsmaschinen

Projektierungsanleitung
EMV-Aufbaurichtlinie

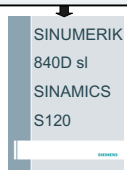
Systemhandbuch
Ctrl-Energy

Anwender-Dokumentation

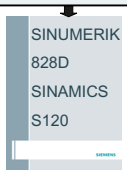
Bedienhandbuch
– Universal
– Drehen
– Fräsen

Programmierhandbuch
– Grundlagen
– Arbeitsvorbereitung
– Messzyklen

Programmierhandbuch
– ISO Drehen
– ISO Fräsen



Diagnosehandbuch



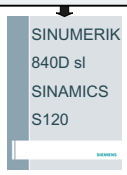
Diagnosehandbuch

Hersteller- / Service-Dokumentation

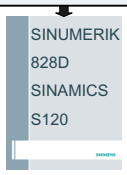
Gerätehandbuch
– NCU
– Bedienkomponenten und Vernetzung

Gerätehandbuch
Inbetriebnahmehandbuch
Servicehandbuch

Inbetriebnahmehandbuch
– CNC: NCK, PLC, Antrieb
– Basesoftware und Bedien-Software



Listenhandbuch
– Maschinendaten
– Nahtstellensignale
– Variablen



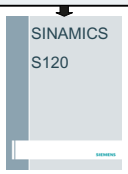
Listenhandbuch
– Maschinendaten
– Nahtstellensignale
– Parameter
– Variablen

Systemhandbuch
Leitfaden für die Maschinen-projektierung

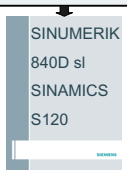
Hersteller- / Service-Dokumentation

Funktionshandbuch
– Grundfunktionen
– Erweiterungsfunktionen
– Sonderfunktionen
– Synchronaktionen
– ISO-Dialekte

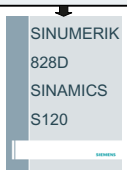
Funktionshandbuch
Werkzeugverwaltung



Funktionshandbuch
Antriebsfunktionen



Funktionshandbuch
Safety Integrated



Funktionshandbuch
Safety Integrated

Info / Training

Trainingsunterlage
– Einfacher Fräsen mit ShopMill
– Einfacher Drehen mit ShopTurn

Handbücher
Werkzeug- und Formenbau

Elektronische Dokumentation

DOConCD

My Documentation Manager

Industry Mall

Glossar

Absolutmaß

Angabe des Bewegungsziels einer Achsbewegung durch ein Maß, das sich auf den Nullpunkt des momentan gültigen Koordinatensystems bezieht. Siehe → Kettenmaß.

Achsadresse

Siehe → Achsname

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

Zur eindeutigen Identifikation müssen alle Kanal- und → Maschinenachsen der Steuerung mit kanal- bzw. steuerungsweit eindeutigen Namen bezeichnet werden. Die → Geometrieachsen werden mit X, Y, Z benannt. Die um die Geometrieachsen drehenden → Rundachsen werden mit A, B, C benannt.

Adresse

Eine Adresse ist die Kennzeichnung für einen bestimmten Operanden oder Operandenbereich, z. B. Eingang, Ausgang usw.

Alarme

Alle → Meldungen und 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.

1. Alarme und Meldungen im Teileprogramm

   Alarme und Meldungen können direkt aus dem Teileprogramm im Klartext zur Anzeige gebracht werden.

2. Alarme und Meldungen von PLC

   Alarme- 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 Eingabefeinheit. 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 → Achsnamen.

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 tangenten- 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 Werkzeugwechselpunkt, Beladepunkt, Palettenwechselpunkt 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.

Führungsachse

Die Führungsachse 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 Satzweiterschaltung des → Teileprogramms.

Geometrie

Beschreibung eines → Werkstücks im → Werkstückkoordinatensystem.

Geometrieachse

Die Geometrieachsen bilden das 2- bzw. 3-dimensionale → Werkstückkoordinatensystem in dem in → Teileprogrammen die Geometrie des Werkstücks programmiert wird.

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 → Führungsachse 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

Die Bezeichnung Hauptprogramm stammt noch aus der Zeit, als Teileprogramm fest in Haupt- und → Unterprogramme unterteilt waren. Diese feste Einteilung besteht mit der heutigen SINUMERIK NC-Sprache nicht mehr. Prinzipiell kann jedes Teileprogramm im Kanal angewählt und gestartet werden. Es läuft dann in der → Programmebene 0 (Hauptprogramm-Ebene) ab. Im Hauptprogramm können weitere Teileprogramme oder → Zyklen als Unterprogramme aufgerufen werden

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.

HW-Konfig

SIMATIC S7-Tool zum Konfigurieren und Parametrieren von Hardware-Komponenten innerhalb eines S7-Projekts.

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 Tippbetrieb 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 verfahrende 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.

Krümmung

Die Krümmung k einer Kontur ist das Inverse des Radius r des anschmiegenden Kreises in einem Konturpunkt (k = 1/r).

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 Verfahrsätzen 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 SINUMERIK-Steuerungen 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 Bezugspunkts für ein Koordinatensystem durch Bezug auf einen bestehenden Nullpunkt und ein → Frame.

1. Einstellbar

   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 Werkstücknullpunkts 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 (**N**on **U**niform **R**ational **B**-**S**plines) durchgeführt. Damit steht 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) vorgesehen.

Orientierter Spindelhalt

Halt der Werkstückspindel in vorgegebener Winkellage, z. B. um an bestimmter Stelle eine Zusatzbearbeitung vorzunehmen.

Orientierter Werkzeugrückzug

`RETTOOL`: Bei Bearbeitungsunterbrechungen (z. B. bei Werkzeugbruch) kann das Werkzeug per Programmbefehl mit vorgebbarer 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 **L**ogic **C**ontrol: → 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 sl: 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 sl).

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.

Programmebene

Ein im Kanal gestartetes Teileprogramm läuft als → Hauptprogramm auf Programmebene 0 (Hauptprogramm-Ebene). Jedes im Hauptprogramm aufgerufene Teileprogramm läuft als → Unterprogramm auf einer eigenen Programmebene 1 ... n.

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 parametriert werden. Nach dem Schnellabheben kann zusätzlich eine Interruptroutine ausgeführt werden.

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.

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.

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 Störungsfall 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 vorgebbar, 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 "Zyklenunterstützung" 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 Nullpunktsverschiebung einer Achse.

Unterprogramm

Die Bezeichnung Unterprogramm stammt noch aus der Zeit, als Teileprogramm fest in → Haupt- und Unterprogramme unterteilt waren. Diese feste Einteilung besteht mit der heutigen SINUMERIK NC-Sprache nicht mehr. Prinzipiell kann jedes Teileprogramm oder jeder → Zyklus innerhalb eines anderen Teileprogramms als Unterprogramm aufgerufen werden. Es läuft dann in der nächsten → Programmebene (x+1) (Unterprogrammebene (x+1)) ab.

Urlöschen

Beim Urlöschen werden folgende Speicher der → CPU gelöscht:

- → Arbeitsspeicher
- Schreib-/Lesebereich des → Ladespeichers
- → Systemspeicher
- → Backup-Speicher

V.24

Serielle Schnittstelle für die Dateneingabe/-ausgabe. Über diese Schnittstelle können Bearbeitungsprogramme sowie Hersteller- und Anwenderdaten geladen und gesichert werden.

Variablendefinition

Eine Variablendefinition umfasst die Festlegung eines Datentyps und eines Variablennamens. Mit dem Variablennamen kann der Wert der Variablen angesprochen werden.

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

Anstelle der Vorschubgeschwindigkeit kann für die Achsbewegung auch die Zeit programmiert werden, die der Bahnweg eines Satzes benötigen soll (G93).

Zoll-Maßsystem

Maßsystem, das Entfernungen in "inch" und Bruchteilen davon definiert.

Zwischensätze

Verfahrbewegungen mit angewählter → Werkzeugkorrektur (G41/G42) dürfen durch eine begrenzte Anzahl Zwischensätze (Sätze ohne Achsbewegungen in der Korrekturebene) 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, 130
$AA_FGREF, 108
$AA_FGROUP, 108
$AC_F_TYPE, 146
$AC_FGROUP_MASK, 108
$AC_FZ, 146
$AC_S_TYPE, 91
$AC_SVC, 91
$AC_TOFF, 80
$AC_TOFFL, 80
$AC_TOFFR, 80
$AN_LANGUAGE_ON_HMI, 558
$P_AEP, 289
$P_APDV, 289
$P_APR, 289
$P_F_TYPE, 147
$P_FGROUP_MASK, 109
$P_FZ, 147
$P_GWPS, 99
$P_S_TYPE, 91
$P_SVC, 91
$P_TOFF, 80
$P_TOFFL, 80
$P_TOFFR, 80
$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM, 375
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS, 374
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS, 374
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE, 374
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE, 374
$PA_FGREF, 108
$PA_FGROUP, 109
$TC_DPNT, 142
$TC_TP_MAX_VELO, 86

A

Absolutmaß, 18
AC, 156
ACC, 129
Achs
    -Container, 396
    -typen, 389
Achsen
    Bahn-, 393
    Geometrie-, 390
    Haupt-, 390
    Kanal-, 392
    Kommando-, 394
    Lead-Linkachse, 397
    Link-, 395
    Maschinen-, 392
    PLC-, 395
    Positionier-, 393
    Synchron-, 394
    Zusatz-, 391
ACN, 163
ACP, 163
ADIS, 308
ADISPOS, 308
Adressbuchstaben, 483
Adresse
    Wertzuweisung, 38
Adressen, 400
ALF
    für Schnellrückzug während Gewindeschneiden, 239
AMIRROR, 345
Anfahrpunkt/-winkel, 269
ANG, 219
ANG1, 219
ANG2, 219
Anschlagpunkt, 22
Anweisung, 35
Anweisungen
    Liste, 459
AP, 182
AR
    Kreisprogrammierung, 201
Arbeitsebene, 21
Arbeitsfeldbegrenzung
    im BKS, 370
    im WKS/ENS, 373
AROT, 333
AROTS, 339
ASCALE, 342
ATRANS, 326
Ausblendebenen, 40
Axiale Nullpunktverschiebung, 331

B

Bahnachsen, 393
Bahnsteuerbetrieb, 308
Basis-Koordinatensystem, 27
Basis-Nullpunktsystem, 29
Basisverschiebung, 29
Befehl, 35
Bezeichner, 33
Bezugspunkte, 22
Bezugsradius, 107
Binär-Konstante, 406
BKS, 27
BNS, 29
Bohrer, 68

C

CALCPOSI, 373
CDOF, 293
CDOF2, 293
CDON, 293
CFC, 135
CFIN, 135
CFTCP, 135
CHF, 250
CHR, 250
CIP, 205
CORROF, 355
CR, 199
CROTS, 339
CT, 208
CUT2D, 296
CUT2DF, 296
CUTCONOF, 300
CUTCONON, 300

D

D..., 73
D0, 73
DAC, 170
DC, 163
Dezimal-Konstante, 404
DIACYCOFA, 170
DIAM90, 168
DIAM90A, 170
DIAMCHAN, 170
DIAMCHANA, 170
DIAMCYCOF, 168
DIAMOF, 168
DIAMOFA, 170
DIAMON, 168
DIAMONA, 170
DIC, 170
DILF, 239
DIN 66217, 25
DISC, 274
DISCL, 278
DISR, 278
DISRP, 278
DITE, 235
DITS, 235
Drehsinn, 25
Drehung
    Programmierbare, 333
Drehwerkzeuge, 70
Drei-Finger-Regel, 25
DRFOF, 355
Durchmesser-Programmierung, 168

E

Eilgangbewegung, 186
ENS, 30
Erweiterte Adressschreibweise, 401
Evolvente, 214

F

F...
    bei Geradeninterpolation, 190
    bei Gewindeschneiden G34 G35, 237
    bei Vorschub, 101
FA, 123
FAD, 278
Fahrbefehl, 177
Fase, 250
FB, 141
FD, 131
FDA, 131
Festanschlag, 381
Festpunkt
    anfahren, 377
FGREF, 101
FGROUP, 101
FL, 101
Flaschenhals
    -erkennung, 295
FMA, 137
FP, 377
FPR, 123
FPRAOF, 123

FPRAON, 123
Frame
abwählen, 354
-Anweisungen, 321
-Skalierung, 342
-Spiegelung, 345
Frames, 319
Fräswerkzeuge, 66
FRC, 250
FRCM, 250
Funktion
vordefinierte, 544
FZ, 142

G

G0, 186
G1, 190
G110, 180
G111, 180
G112, 180
G140, 278
G141, 278
G142, 278
G143, 278
G147, 278
G148, 278
G153
bei Frame abwählen, 354
bei Nullpunktverschiebung, 149
G17, 153
G18, 153
G19, 153
G2, 192
G247, 278
G248, 278
G25
Arbeitsfeldbegrenzung, 370
Spindeldrehzahlbegrenzung, 99
G26
Arbeitsfeldbegrenzung, 370
Spindeldrehzahlbegrenzung, 99
G3, 192
G33, 229
G331, 243
G332, 243
G34, 237
G340, 278
G341, 278
G347, 278
G348, 278
G35, 237
G4, 386
G40, 257
G41, 257
G42, 257
G450, 274
G451, 274
G460, 289
G461, 289
G462, 289
G500
bei Nullpunktverschiebung, 149
G505 ... G599, 149
G53
bei Frame abwählen, 354
bei Nullpunktverschiebung, 149
G54 ... G57, 149
G58, 331
G59, 331
G60, 305
G601, 305
G602, 305
G603, 305
G63, 248
G64, 308
G641, 308
G642, 308
G643, 308
G644, 308
G645, 308
G70, 165
G700, 165
G71, 165
G710, 165
G74, 376
G75, 377
G9, 305
G90, 156
G91, 159
G93, 101
G94, 101
G95, 101
G96, 92
G961, 92
G962, 92
G97, 92
G971, 92
G972, 92
G973, 92
Genauhalt, 305
Geometrie
-achsen, 390
Geraden

-interpolation, 190
Gewinde
-drehrichtung, 231
-kette, 230
-mehrgängig, 229
-schneiden G33, 229
-schneiden G34 G35, 237
-steigung, 237
Gewindebohren
mit Ausgleichsfutter, 248
ohne Ausgleichsfutter, 243
G-Funktionen
Gruppenübersicht, 494
GWPSOF, 97
GWPSON, 97

H

Halt
am Zyklusende, 364
Programmierter, 364
Wahlweiser, 364
Handrad
-überlagerung, 131
Helixinterpolation, 211
Hexadezimal-Konstante, 405
Hilfsfunktionsausgabe
im Bahnsteuerbetrieb, 362
Schnelle, 361
Hilfsfunktionsausgaben, 359

I

I...
bei Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, 243
bei Gewindeschneiden G33, 229
bei Gewindeschneiden G34 G35, 237
bei Kreisinterpolation, 192
IC, 159
Inch-Maßangaben, 165
Inkrementalmaß, 20
INTEGER-Konstante, 404
Interner Vorlaufstopp, 388
Interpolation
Lineare, 188
Nicht-Lineare, 188
INVCCW, 214
INVCW, 214

J

J...
bei Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, 243
bei Gewindeschneiden G34 G35, 237
bei Kreisinterpolation, 192

K

K...
bei Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, 243
bei Gewindeschneiden G33, 229
bei Gewindeschneiden G34 G35, 237
bei Kreisinterpolation, 192
Kanal
-achsen, 392
Kartesische Koordinaten, 14
Kegelgewinde, 235
Kennung
für spezielle Zahlenwerte, 45
für systemeigene Variablen, 45
für Zeichenkette, 45
Kettenmaß, 20
Kettenmaßangabe, 159
Klemmoment
-Festanschlag, 384
Kollisionsüberwachung, 293
Kommando
-achsen, 394
Kommentare, 39
Konstante, 404
KONT, 267
KONTC, 267
KONTT, 267
Kontur
anfahren/verlassen, 267
-element, 177
-rechner, 219
Konturecke
anfasen, 250
verrunden, 250
Konturzug-Programmierung, 219
Koordinaten
Kartesische, 14
Polar-, 17
Zylinder-, 183
Koordinatensystem
Basis-, 27
Übersicht, 24
Werkstück-, 31
Koordinatentransformationen (Frames), 30
Korrektur

-ebene, 299
Werkzeuglängen-, 62
Werkzeugradius-, 63
Kreisinterpolation
Schraubenlinieninterpolation, 211
Kreisprogrammierung
Interpolationsarten, 192
mit Mittel- und Endpunkt, 196
mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt, 201
mit Polarkoordinaten, 203
mit Radius und Endpunkt, 199
mit Zwischen- und Endpunkt, 205

L

LF, 37
LFOF, 239
LFON, 239
LFPOS, 239
LFTXT, 239
LFWP, 239
LIMS, 92
LINE FEED, 37
Link
-Achsen, 395
Lead-Link-Achse, 397
Linksgewinde, 231
Lochstreifenformat, 34
LookAhead, 313

M

M..., 362
M0, 362
M1, 362
M19
bei Spindeln positionieren, 115
M-Funktionen, 362
M2, 362
M3, 81
M4, 81
M40, 362
M41, 362
M42, 362
M43, 362
M44, 362
M45, 362
M5, 81
M6, 362
M70, 115
Maschinen
-achsen, 392
Maschinenkoordinatensystem, 24
Maßangaben
für Rundachsen und Spindeln, 163
im Durchmesser, 168
im Radius, 168
in Inch, 165
in Millimetern, 165
Möglichkeiten, 156
Maßstabsfaktor, 342
Masterspindel, 392
Meldungen, 367
M-Funktionen, 362
Millimeter-Maßangaben, 165
MIRROR, 345
MKS, 24
Modal wirksam, 36
MSG, 367

N

NC-Hochsprache, 36
NC-Programm
erstellen, 43
NC-Programmierung
Zeichenvorrat, 44
NORM, 267
Nullframe, 150
Nullpunkt
Maschinen-, 22
-verschiebung, 326
Werkstück-, 22
Nullpunkte
beim Drehen, 175
Nullpunktsystem
Basis-, 29
Einstellbares, 30
Nullpunktverschiebung
axiale, 331
einstellbar, 149
Einstellbare, 30
Verschiebewerte, 152
Numerische Erweiterung, 401
Nutsäge, 72

O

OFFN, 257
Offset
Werkzeuglängen-, 76
Werkzeugradius-, 76

OVR, 127
OVRA, 127
OVRRAP, 127

P

PAROT, 351
PAROTOF, 351
Planachse, 176
Plangewinde, 234
PLC
    -Achsen, 395
PM, 278
Pol, 180
Polarkoordinaten, 17
Polarradius, 17
Polarwinkel, 17
POLF
    für Schnellrückzug während Gewindeschneiden, 239
POLFMASK
    für Schnellrückzug während Gewindeschneiden, 239
POLFMLIN
    für Schnellrückzug während Gewindeschneiden, 239
POS, 110
POSA, 110
Positionierachsen, 393
Positionsoffset, 355
POSP, 110
PR, 278
Programm
    -ende, 365
    -kopf, 45
    -name, 33
Programmierbefehle
    Liste, 459
Programmierter Halt, 364
Prozedur
    vordefinierte, 517

Q

QU, 361

R

RAC, 170
Radius
    effektiver, 107
Radius-Programmierung, 168
REAL-Konstante, 405
Rechtsgewinde, 231
Referenzpunkt, 23
Referenzpunktfahren, 376
RIC, 170
RND, 250
RNDM, 250
ROT, 333
ROTS, 339
RP, 182
RPL, 333
RTLIOF, 186
RTLION, 186
Rückzug
    -richtung beim Gewindeschneiden, 240
Rundung, 250

S

S, 81
Satz, 35
    ausblenden, 39
    -ende, 37
    -ende LF, 45
    -länge, 37
    -nummer, 37
    Reihenfolge der Anweisungen, 38
Satzweise wirksam, 36
SCALE, 342
SCC, 92
Scheiben
    -umfangsgeschwindigkeit, 97
Schleifwerkzeuge, 69
Schneiden
    -anzahl von Konturwerkzeugen, 297
    -bezugspunkt, 302
    -lage, 64
    -lage relevante, 302
    -mittelpunkt, 64
    -nummer, 74
    -radius, 64
Schnellrückzug
    Gewindeschneiden, 239
Schnittgeschwindigkeit, 85
Schnittgeschwindigkeit (konstante), 92
SD42440, 159
SD42442, 159
SD42465,
SD43240, 117
SD43250, 117
SETMS, 81

SF, 229
Sonderwerkzeuge, 71
Sonderzeichen, 44
SPCOF, 113
SPCON, 113
Spindel
-betrieb lagegeregelt, 113
-drehrichtung, 81
-drehzahl, 85
-drehzahlbegrenzung, 99
Haupt-, 392
M-Funktionen, 365
Positionieren, 115
SPOS, 115
SPOSA, 115
SR, 137
SRA, 137
ST, 137
STA, 137
Startpunkt, 23
Startpunktversatz
beim Gewindeschneiden, 229
Startpunkt-Zielpunkt, 177
SUG, 97
SUPA
bei Frame abwählen, 354
bei Nullpunktverschiebung, 149
SVC, 85
S-Wert
Interpretation, 83
Synchron
-achsen, 394
System
-abhängige Verfügbarkeit, 5

T

T0, 53
TOFF, 76
TOFFL, 76
TOFFR, 76
TOFRAME, 351
TOFRAMEX, 351
TOFRAMEY, 351
TOFRAMEZ, 351
TOROT, 351
TOROTOF, 351
TOROTX, 351
TOROTY, 351
TOROTZ, 351
TRANS, 326
TURN, 211

U

Übergangskreis, 295
Übergangsradius, 275
Überschleifen, 308
Überwachung
-Festanschlag, 384

V

Variablen-Bezeichner, 404
Verfügbarkeit
System-abhängige, 5
Verweilzeit, 386
Vorlaufstopp
Interner, 388
Vorschub
für Bahnachsen, 104
für Positionierachsen, 123
für Synchronachsen, 105
-geschwindigkeit, 190
-korrektur, 127
Maßeinheiten, 106
mit Handradüberlagerung, 131
-Override, 133
Regeln, 101
Zahn-, 142
Zeitreziproker, 105

W

WAB, 278
Wahlweiser Halt, 364
WAITMC, 110
WAITP, 110
WAITS, 115
WALCS0, 373
WALCS1-10, 373
WALIMOF, 370
WALIMON, 370
Weg
-berechnung, 399
Werkstück
-kontur, 178
Werkstück-Koordinatensystem, 13
Werkzeug
-gruppe, 65
-Korrekturspeicher, 64
-längenkorrektur, 62
-radiuskorrektur, 257
-schneide, 73
-spitze, 64

-typ, 65
-typennummer, 65
-wechsel mit M6, 54
-wechsel mit T-Befehl, 53
-wechselpunkt, 23
Werkzeugdrehzahl
maximal, 86
Werkzeugkorrektur
-Offset, 76
Werkzeugradiuskorrektur
an Außenecken, 274
CUT2D, 298
CUT2DF, 299
Werkzeugträger
-bezugspunkt, 23
Wertzuweisung, 38
WKS, 31
am Werkstück ausrichten, 351
WRTPR, 369

X

X..., 179

Y

Y..., 179

Z

Z..., 179
Zahnvorschub, 142
Zeichenvorrat, 44
Zielpunkt, 177
Zusatzachsen, 391
Zylindergewinde, 234
Zylinderkoordinaten, 183