

SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl / 828D Grundlagen

Programmierhandbuch

Gültig für

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

Software Version
CNC-Software 4.7 SP1


01/2015
6FC5398-1BP40-5AA2


| | |
|--------------------------------------|----|
| Vorwort | |
| Grundlegende Sicherheitshinweise | 1 |
| Geometrische Grundlagen | 2 |
| Grundlagen der NC-Programmierung | 3 |
| Anlegen eines NC-Programms | 4 |
| Werkzeugwechsel | 5 |
| Werkzeugkorrekturen | 6 |
| Spindelbewegung | 7 |
| Vorschubregelung | 8 |
| Geometrie-Einstellungen | 9 |
| Wegbefehle | 10 |
| Werkzeugradiuskorrekturen | 11 |
| Bahnfahrverhalten | 12 |
| Koordinatentransformationen (Frames) | 13 |
| Hilfsfunktionsausgaben | 14 |
| Ergänzende Befehle | 15 |
| Sonstige Informationen | 16 |
| Tabellen | 17 |
| Anhang | A |


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.

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 zusammenzustellen:

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/sinustrain
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
- Projektueure

Nutzen

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

Standardumfang

In dem vorliegenden Programmierhandbuch 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 Betriebs 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 / 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 419)" zu entnehmen.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| | Vorwort | 3 |
| 1 | Grundlegende Sicherheitshinweise | 13 |
| 1.1 | Allgemeine Sicherheitshinweise..... | 13 |
| 1.2 | Industrial Security..... | 14 |
| 2 | Geometrische Grundlagen | 15 |
| 2.1 | Werkstück-Positionen..... | 15 |
| 2.1.1 | Werkstück-Koordinatensysteme..... | 15 |
| 2.1.2 | Kartesische Koordinaten..... | 15 |
| 2.1.3 | Polarkoordinaten..... | 17 |
| 2.1.4 | Absolutmaß..... | 18 |
| 2.1.5 | Kettenmaß..... | 20 |
| 2.2 | Arbeitsebenen..... | 21 |
| 2.3 | Nullpunkte und Bezugspunkte..... | 22 |
| 2.4 | Koordinatensysteme..... | 24 |
| 2.4.1 | Maschinen-Koordinatensystem (MKS)..... | 24 |
| 2.4.2 | Basis-Koordinatensystem (BKS)..... | 27 |
| 2.4.3 | Basis-Nullpunktsystem (BNS)..... | 30 |
| 2.4.4 | Einstellbares Nullpunktsystem (ENS)..... | 31 |
| 2.4.5 | Werkstück-Koordinatensystem (WKS)..... | 32 |
| 2.4.6 | Wie hängen die verschiedenen Koordinatensysteme zusammen? | 32 |
| 3 | Grundlagen der NC-Programmierung | 33 |
| 3.1 | Benennung eines NC-Programms..... | 33 |
| 3.2 | Aufbau und Inhalte eines NC-Programms..... | 34 |
| 3.2.1 | Sätze und Satzkomponenten..... | 34 |
| 3.2.2 | Satzregeln..... | 37 |
| 3.2.3 | Wertzuweisungen..... | 38 |
| 3.2.4 | Kommentare..... | 38 |
| 3.2.5 | Ausblenden von Sätzen..... | 39 |
| 4 | Anlegen eines NC-Programms | 43 |
| 4.1 | Grundsätzliches Vorgehen..... | 43 |
| 4.2 | Verfügbare Zeichen..... | 44 |
| 4.3 | Programmkopf..... | 45 |
| 4.4 | Programmbeispiele..... | 46 |
| 4.4.1 | Beispiel 1: Erste Programmierschritte..... | 46 |
| 4.4.2 | Beispiel 2: NC-Programm zum Drehen..... | 47 |
| 4.4.3 | Beispiel 3: NC-Programm zum Fräsen..... | 49 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | Werkzeugwechsel..... | 53 |
| 5.1 | Werkzeugwechsel ohne Werkzeugverwaltung..... | 53 |
| 5.1.1 | Werkzeugwechsel mit T-Befehl..... | 53 |
| 5.1.2 | Werkzeugwechsel mit M6..... | 54 |
| 5.2 | Werkzeugwechsel mit Werkzeugverwaltung (Option)..... | 56 |
| 5.2.1 | Werkzeugwechsel mit T-Befehl bei aktiver WZV (Option)..... | 56 |
| 5.2.2 | Werkzeugwechsel mit M6 bei aktiver WZV (Option)..... | 58 |
| 5.3 | Verhalten bei fehlerhafter T-Programmierung..... | 60 |
| 6 | Werkzeugkorrekturen..... | 61 |
| 6.1 | Allgemeine Informationen zu den Werkzeugkorrekturen..... | 61 |
| 6.2 | Werkzeuglängenkorrektur..... | 61 |
| 6.3 | Werkzeugradiuskorrektur..... | 62 |
| 6.4 | Werkzeug-Korrekturspeicher..... | 63 |
| 6.5 | Werkzeugtypen..... | 65 |
| 6.5.1 | Allgemeine Informationen zu den Werkzeugtypen..... | 65 |
| 6.5.2 | Fräswerkzeuge..... | 65 |
| 6.5.3 | Bohrer..... | 67 |
| 6.5.4 | Schleifwerkzeuge..... | 68 |
| 6.5.5 | Drehwerkzeuge..... | 69 |
| 6.5.6 | Sonderwerkzeuge..... | 71 |
| 6.5.7 | Verkettungsvorschrift..... | 72 |
| 6.6 | Werkzeugkorrektur-Aufruf (D)..... | 72 |
| 6.7 | Änderung der Werkzeugkorrekturdaten..... | 75 |
| 6.8 | Programmierbarer Werkzeugkorrektur-Offset (TOFFL, TOFF, TOFFR)..... | 75 |
| 7 | Spindelbewegung..... | 81 |
| 7.1 | Spindeldrehzahl (S), Spindeldrehrichtung (M3, M4, M5)..... | 81 |
| 7.2 | Schnittgeschwindigkeit (SVC)..... | 84 |
| 7.3 | Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC)..... | 90 |
| 7.4 | Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPERSON, GWPSOF)..... | 95 |
| 7.5 | Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26)..... | 97 |
| 8 | Vorschubregelung..... | 99 |
| 8.1 | Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROU, FL, FGREF)..... | 99 |
| 8.2 | Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)..... | 107 |
| 8.3 | Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF)..... | 110 |
| 8.4 | Spindeln positionieren (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS)..... | 111 |
| 8.5 | Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF)..... | 116 |
| 8.6 | Programmierbare Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA)..... | 119 |
| 8.7 | Programmierbare Beschleunigungskorrektur (ACC) (Option)..... | 120 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 8.8 | Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA)..... | 122 |
| 8.9 | Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN)..... | 125 |
| 8.10 | Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F, ST, SR, FMA, STA, SRA)..... | 128 |
| 8.11 | Satzweiser Vorschub (FB)..... | 131 |
| 8.12 | Zahnvorschub (G95 FZ)..... | 132 |
| 9 | Geometrie-Einstellungen..... | 139 |
| 9.1 | Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153)..... | 139 |
| 9.2 | Wahl der Arbeitsebene (G17/G18/G19)..... | 142 |
| 9.3 | Maßangaben..... | 144 |
| 9.3.1 | Absolutmaßangabe (G90, AC)..... | 145 |
| 9.3.2 | Kettenmaßangabe (G91, IC)..... | 147 |
| 9.3.3 | Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91)..... | 151 |
| 9.3.4 | Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN)..... | 152 |
| 9.3.5 | Inch-Maßangabe oder metrische Maßangabe (G70/G700, G71/G710)..... | 154 |
| 9.3.6 | Kanalspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF)..... | 156 |
| 9.3.7 | Achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC)..... | 158 |
| 9.4 | Lage des Werkstücks beim Drehen..... | 162 |
| 10 | Wegbefehle..... | 165 |
| 10.1 | Allgemeine Informationen zu den Wegbefehlen..... | 165 |
| 10.2 | Fahrbefehle mit kartesischen Koordinaten (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...)..... | 167 |
| 10.3 | Fahrbefehle mit Polarkoordinaten..... | 168 |
| 10.3.1 | Bezugspunkt der Polarkoordinaten (G110, G111, G112)..... | 168 |
| 10.3.2 | Fahrbefehle mit Polarkoordinaten (G0, G1, G2, G3, AP, RP)..... | 170 |
| 10.4 | Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF)..... | 174 |
| 10.5 | Geradeninterpolation (G1)..... | 178 |
| 10.6 | Kreisinterpolation..... | 180 |
| 10.6.1 | Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...)..... | 180 |
| 10.6.2 | Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...)..... | 184 |
| 10.6.3 | Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., CR)..... | 187 |
| 10.6.4 | Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, X... Y... Z... / I... J... K..., AR)..... | 189 |
| 10.6.5 | Kreisinterpolation mit Polarkoordinaten (G2/G3, AP, RP)..... | 191 |
| 10.6.6 | Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...)..... | 193 |
| 10.6.7 | Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT, X... Y... Z...)..... | 195 |
| 10.7 | Schraubenlinien-Interpolation (G2/G3, TURN)..... | 199 |
| 10.8 | Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW)..... | 201 |
| 10.9 | Konturzüge..... | 206 |
| 10.9.1 | Konturzug-Programmierung..... | 206 |
| 10.9.2 | Konturzüge: Eine Gerade..... | 207 |


| | | |
|-----------|--|------------|
| 10.9.3 | Konturzüge: Zwei Geraden..... | 209 |
| 10.9.4 | Konturzüge: Drei Geraden..... | 212 |
| 10.9.5 | Konturzüge: Endpunktprogrammierung mit Winkel..... | 215 |
| 10.10 | Gewindeschneiden..... | 215 |
| 10.10.1 | Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF)..... | 215 |
| 10.10.2 | Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE)..... | 222 |
| 10.10.3 | Gewindeschneiden mit zu- oder abnehmender Steigung (G34, G35)..... | 224 |
| 10.10.4 | Schnellrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN)..... | 226 |
| 10.10.5 | Ballige Gewinde (G335, G336)..... | 229 |
| 10.11 | Gewindebohren..... | 235 |
| 10.11.1 | Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332)..... | 235 |
| 10.11.2 | Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (G63)..... | 239 |
| 10.12 | Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)..... | 240 |
| 11 | Werkzeugradiuskorrekturen..... | 247 |
| 11.1 | Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN)..... | 247 |
| 11.2 | Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT)..... | 256 |
| 11.3 | Korrektur an den Außenecken (G450, G451, DISC)..... | 263 |
| 11.4 | Weiches An- und Abfahren..... | 266 |
| 11.4.1 | An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR)..... | 266 |
| 11.4.2 | An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462)..... | 277 |
| 11.5 | Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2)..... | 280 |
| 11.6 | 2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF)..... | 284 |
| 11.7 | Werkzeugradiuskorrektur konstant halten (CUTCONON, CUTCONOF)..... | 286 |
| 11.8 | Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage..... | 288 |
| 12 | Bahnfahrverhalten..... | 291 |
| 12.1 | Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603)..... | 291 |
| 12.2 | Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS)..... | 293 |
| 13 | Koordinatentransformationen (Frames)..... | 303 |
| 13.1 | Frames..... | 303 |
| 13.2 | Frame-Anweisungen..... | 305 |
| 13.3 | Programmierbare Nullpunktverschiebung..... | 308 |
| 13.3.1 | Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS)..... | 308 |
| 13.3.2 | Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59)..... | 312 |
| 13.4 | Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL)..... | 314 |
| 13.5 | Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS)..... | 321 |
| 13.6 | Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE)..... | 324 |
| 13.7 | Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR)..... | 327 |
| 13.8 | Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT)..... | 332 |


| | | |
|-----------|---|------------|
| 13.9 | Frame abwählen (G53, G153, SUPA, G500)..... | 335 |
| 13.10 | Überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF)..... | 336 |
| 14 | Hilfsfunktionsausgaben..... | 339 |
| 14.1 | M-Funktionen..... | 342 |
| 15 | Ergänzende Befehle..... | 347 |
| 15.1 | Meldung ausgeben (MSG)..... | 347 |
| 15.2 | String in BTSS-Variable schreiben (WRTPR)..... | 348 |
| 15.3 | Arbeitsfeldbegrenzung..... | 350 |
| 15.3.1 | Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF)..... | 350 |
| 15.3.2 | Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10)..... | 353 |
| 15.4 | Referenzpunktfahren (G74)..... | 356 |
| 15.5 | Festpunkt anfahren (G75)..... | 356 |
| 15.6 | Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW)..... | 361 |
| 15.7 | Verweilzeit (G4)..... | 365 |
| 15.8 | Interner Vorlaufstopp..... | 367 |
| 16 | Sonstige Informationen..... | 369 |
| 16.1 | Achsen..... | 369 |
| 16.1.1 | Hauptachsen/Geometrieachsen..... | 369 |
| 16.1.2 | Zusatzachsen..... | 371 |
| 16.1.3 | Hauptspindel, Masterspindel..... | 371 |
| 16.1.4 | Maschinenachsen..... | 371 |
| 16.1.5 | Kanalachsen..... | 372 |
| 16.1.6 | Bahnachsen..... | 372 |
| 16.1.7 | Positionierachsen..... | 372 |
| 16.1.8 | Synchronachsen..... | 373 |
| 16.1.9 | Kommandoachsen..... | 374 |
| 16.1.10 | PLC-Achsen..... | 374 |
| 16.1.11 | Linkachsen..... | 374 |
| 16.1.12 | Lead-Linkachsen..... | 376 |
| 16.2 | Vom Fahrbefehl zur Maschinenbewegung..... | 378 |
| 16.3 | Wegberechnung..... | 378 |
| 16.4 | Adressen..... | 379 |
| 16.5 | Namen..... | 381 |
| 16.6 | Konstanten..... | 383 |
| 17 | Tabellen..... | 385 |
| 17.1 | Anweisungen..... | 385 |
| 17.2 | Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D | 419 |
| 17.3 | Adressen..... | 444 |
| 17.3.1 | Adressbuchstaben..... | 444 |
| 17.3.2 | Feste Adressen..... | 445 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 17.3.3 | Einstellbare Adressen..... | 450 |
| 17.4 | G-Befehle..... | 455 |
| 17.5 | Vordefinierte Prozeduren..... | 475 |
| 17.6 | Vordefinierte Prozeduren in Synchronaktionen..... | 496 |
| 17.7 | Vordefinierte Funktionen..... | 498 |
| 17.8 | Aktuelle Sprache im HMI..... | 510 |
| A | Anhang..... | 513 |
| A.1 | Liste der Abkürzungen..... | 513 |
| A.2 | Dokumentationsübersicht..... | 522 |
| | Glossar..... | 523 |
| | Index..... | 545 |

Grundlegende Sicherheitshinweise

1.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

| |
|---|
|  WARNUNG |
| Lebensgefahr durch Nichtbeachtung von Sicherheitshinweisen und Restrisiken |
| Durch Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise und Restrisiken in der zugehörigen Hardware-Dokumentation können Unfälle mit schweren Verletzungen oder Tod auftreten. |
| <ul style="list-style-type: none">• Halten Sie die Sicherheitshinweise der Hardware-Dokumentation ein.• Berücksichtigen Sie bei der Risikobeurteilung die Restrisiken. |

| |
|--|
|  WARNUNG |
| Lebensgefahr durch Fehlfunktionen der Maschine infolge fehlerhafter oder veränderter Parametrierung |
| Durch fehlerhafte oder veränderte Parametrierung können Fehlfunktionen an Maschinen auftreten, die zu Körperverletzungen oder Tod führen können. |
| <ul style="list-style-type: none">• Schützen Sie die Parametrierungen vor unbefugtem Zugriff.• Beherrschen Sie mögliche Fehlfunktionen durch geeignete Maßnahmen (z. B. NOT-HALT oder NOT-AUS). |

1.2 Industrial Security

Hinweis

Industrial Security

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Lösungen, Maschinen, Geräten und/oder Netzwerken unterstützen. Sie sind wichtige Komponenten in einem ganzheitlichen Industrial Security-Konzept. Die Produkte und Lösungen von Siemens werden unter diesem Gesichtspunkt ständig weiterentwickelt. Siemens empfiehlt, sich unbedingt regelmäßig über Produkt-Updates zu informieren.

Für den sicheren Betrieb von Produkten und Lösungen von Siemens ist es erforderlich, geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Zellschutzkonzept) zu ergreifen und jede Komponente in ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu integrieren, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Dabei sind auch eingesetzte Produkte von anderen Herstellern zu berücksichtigen. Weitergehende Informationen über Industrial Security finden Sie unter dieser Adresse (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>).

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, melden Sie sich für unseren produktspezifischen Newsletter an. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter dieser Adresse (<http://support.automation.siemens.com>).



WARNUNG

Gefahr durch unsichere Betriebszustände wegen Manipulation der Software

Manipulationen der Software (z. B. Viren, Trojaner, Malware, Würmer) können unsichere Betriebszustände in Ihrer Anlage verursachen, die zu Tod, schwerer Körperverletzung und zu Sachschäden führen können.

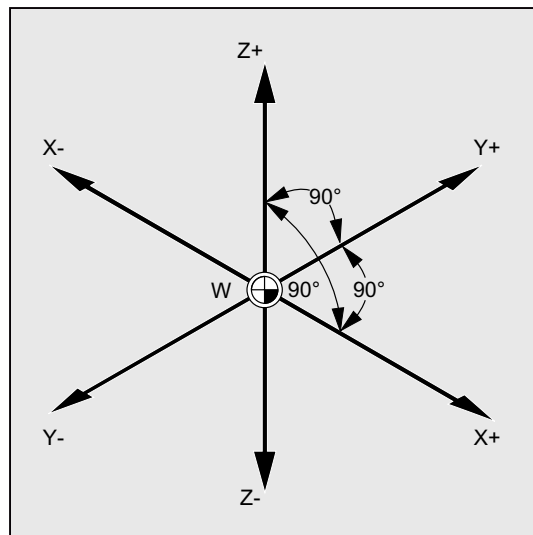
- Halten Sie die Software aktuell.
Informationen und Newsletter hierzu finden Sie unter dieser Adresse (<http://support.automation.siemens.com>).
- Integrieren Sie die Automatisierungs- und Antriebskomponenten in ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept der Anlage oder Maschine nach dem aktuellen Stand der Technik.
Weitergehende Informationen finden Sie unter dieser Adresse (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>).
- Berücksichtigen Sie bei Ihrem ganzheitlichen Industrial Security-Konzept alle eingesetzten Produkte.

Geometrische Grundlagen

2.1 Werkstück-Positionen

2.1.1 Werkstück-Koordinatensysteme

Damit die Maschine bzw. Steuerung mit den im NC-Programm angegebenen Positionen arbeiten kann, müssen sich diese Positionsangaben auf ein Bezugssystem beziehen, das auf die Bewegungsrichtungen der Maschinenachsen übertragen werden kann. Dafür werden bei Werkzeugmaschinen für das Werkstück-Koordinatensystem kartesische, d.h. rechtsdrehende, rechtwinkelige, Koordinatensysteme nach DIN 66217 benutzt.



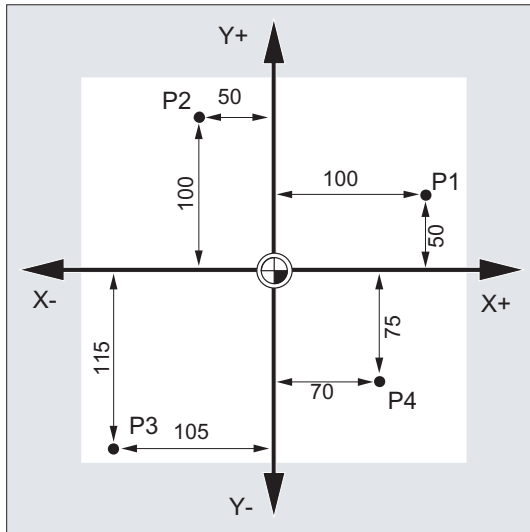
Der Werkstück-Nullpunkt (W) ist Der Ursprung des Werkstück-Koordinatensystems.

2.1.2 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:

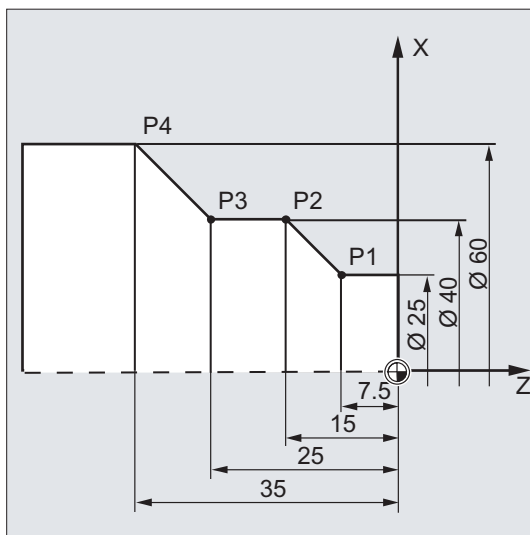


Die Punkte P1 bis P4 besitzen folgende Koordinaten:

| 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:

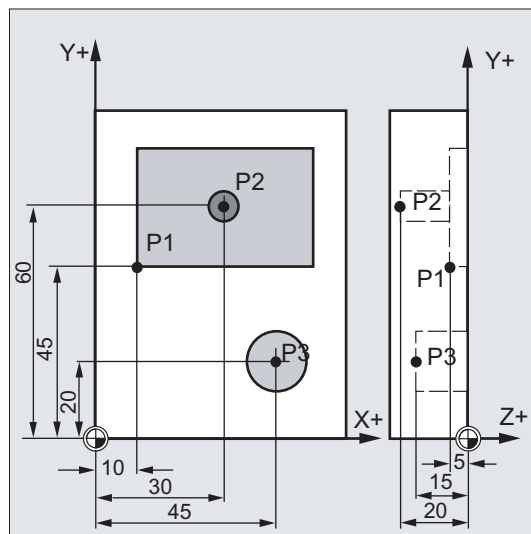


Die Punkte P1 bis P4 besitzen folgende Koordinaten:

| 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 |

2.1.3 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".

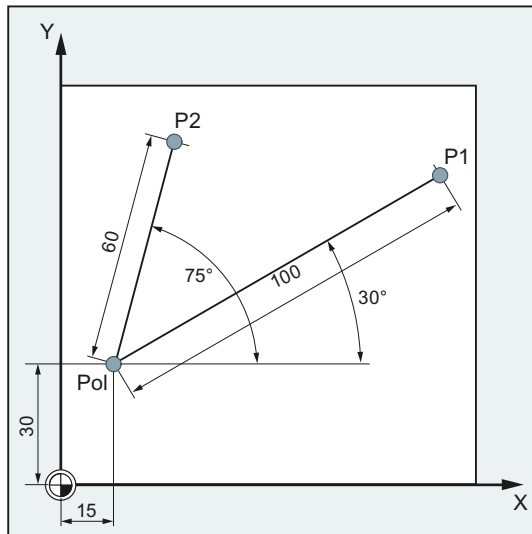
Positionsangaben in Form von Polarkoordinaten

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 | |

2.1.4 Absolutmaß

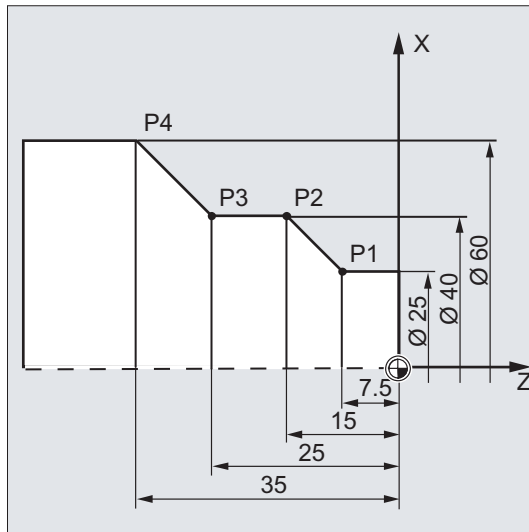
Positionsangaben im Absolutmaß

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.

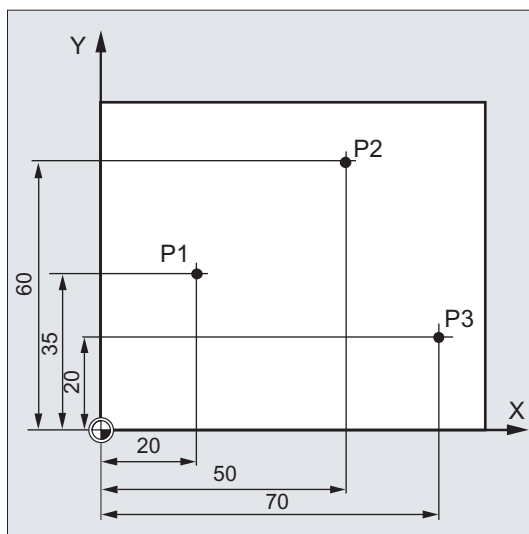
Beispiel: Drehen



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 |

2.1.5 Kettenmaß

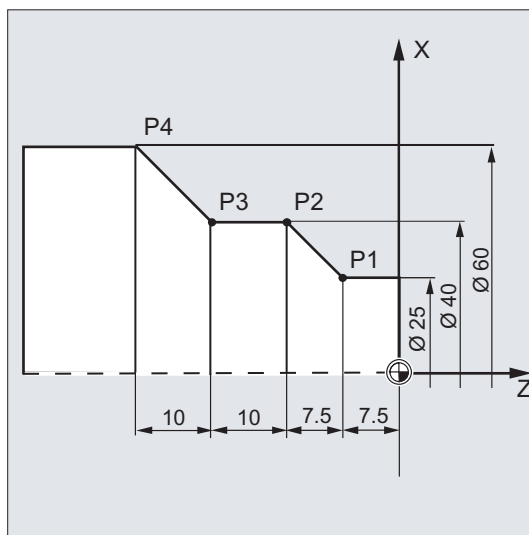
Positionsangaben im Kettenmaß (Inkrementalmaß)

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:

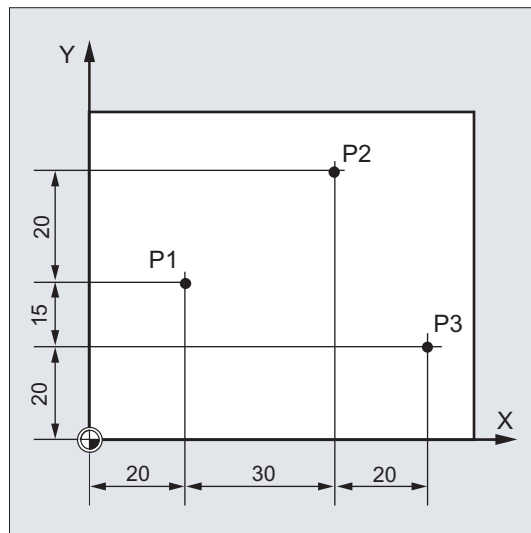
| Position | Positionsangabe im Kettenmaß | Die Angabe bezieht sich auf: |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| P2 | X15 Z-7,5 | P1 |
| P3 | Z-10 | P2 |
| P4 | X20 Z-10 | P3 |

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:

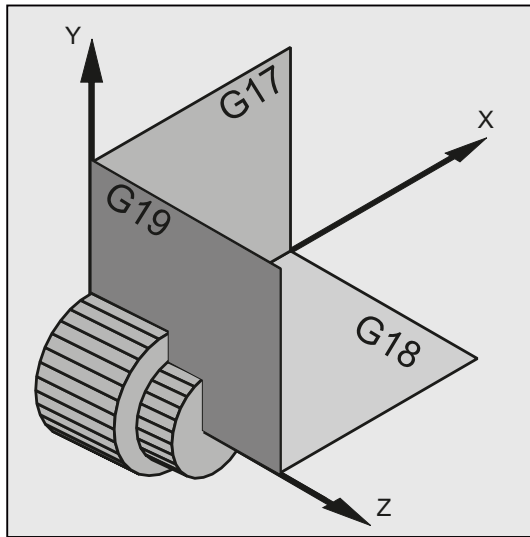
| Position | Positionsangabe im Kettenmaß | Die Angabe bezieht sich auf: |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| P1 | X20 Y35 | Nullpunkt |
| P2 | X30 Y20 | P1 |
| P3 | X20 Y-35 | P2 |

2.2 Arbeitsebenen

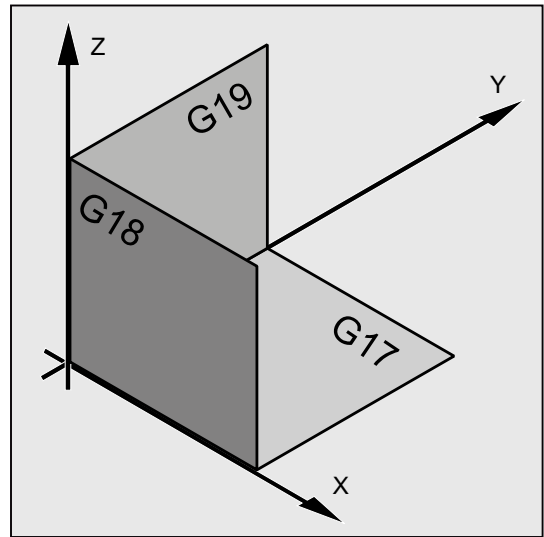
Ein NC-Programm benötigt die Information, in welcher Ebene die Bearbeitung stattfindet. Nur dann kann die Steuerung z.B. Werkzeugkorrekturwerte korrekt einrechnen. Des Weiteren wird die Angabe der Arbeitsebene für bestimmte Arten der Kreisprogrammierung und bei Polarkoordinaten benötigt.

Die Arbeitsebene wird im zugrunde liegenden kartesischen Werkstück-Koordinatensystem durch zwei Koordinatenachsen festgelegt. Die dritte Koordinatenachse steht senkrecht auf dieser Arbeitsebene und bestimmt die Zustellrichtung des Werkzeugs (z. B. für 2D-Bearbeitung).

Arbeitsebenen beim Drehen / Fräsen



Arbeitsebenen beim Drehen



Arbeitsebenen beim Fräsen

Aktivieren einer Arbeitsebene





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

| G-Befehl | Arbeitsebene | Abszisse | Ordinate | Applikate Δ Zu- stellrichtung |
|----------|--------------|----------|----------|---|
| G17 | X/Y | X | Y | Z |
| G18 | Z/X | Z | X | Y |
| G19 | Y/Z | Y | Z | X |

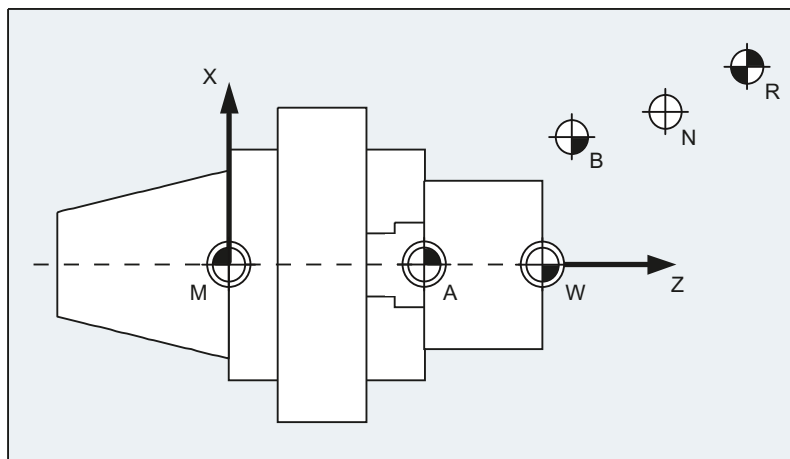
2.3 Nullpunkte und Bezugspunkte

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

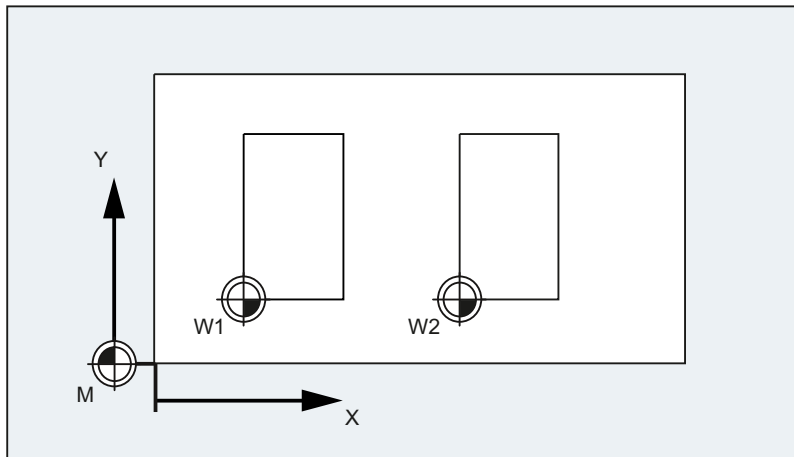
| Nullpunkte | | |
|------------|----------|---|
| | M | Maschinen-Nullpunkt Mit dem Maschinen-Nullpunkt wird das Maschinen-Koordinatensystem (MKS) festgelegt. Auf den Maschinennullpunkt beziehen sich alle anderen Bezugspunkte. |
| | W | Werkstück-Nullpunkt = Programm-Nullpunkt Der Werkstücknullpunkt 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 | Werkzeugwechsellpunkt |

Null- und Bezugspunkte beim Drehen



Nullpunkte beim Fräsen



2.4 Koordinatensysteme

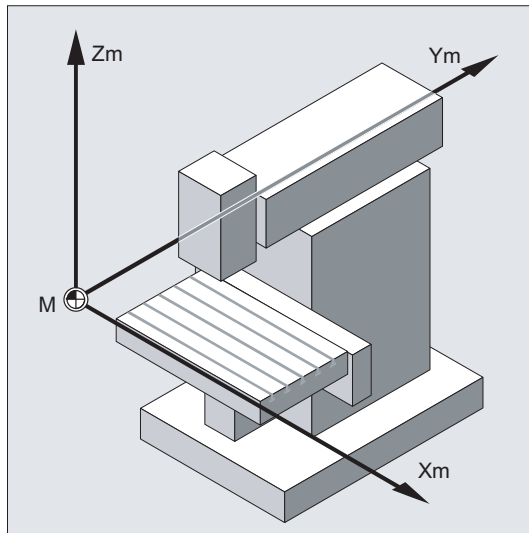
Folgende Koordinatensysteme werden unterschieden:

- Maschinen-Koordinaten-System (MKS) (Seite 24) mit dem Maschinen-Nullpunkt **M**
- Basis-Koordinaten-System (BKS) (Seite 27)
- Basis-Nullpunkt-System (BNS) (Seite 30)
- Einstellbares Nullpunkt-System (ENS) (Seite 31)
- Werkstück-Koordinaten-System (WKS) (Seite 32) mit dem Werkstück-Nullpunkt **W**

2.4.1 Maschinen-Koordinatensystem (MKS)

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

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



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

Hinweis

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

Drei-Finger-Regel

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

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

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

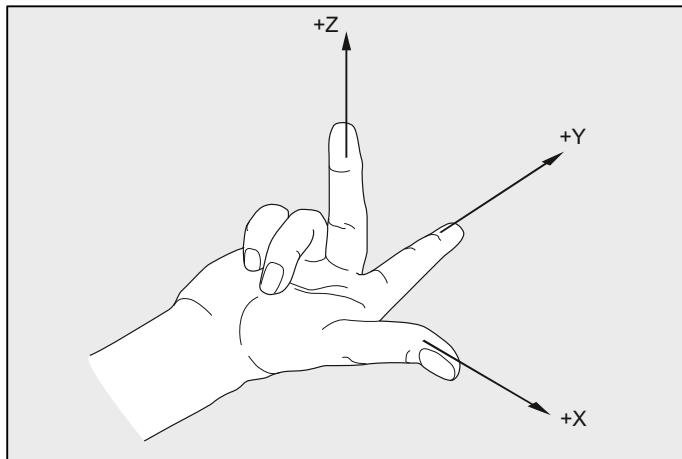
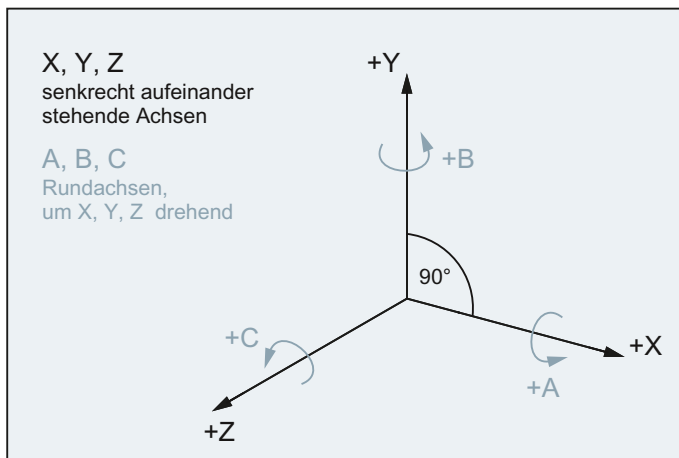


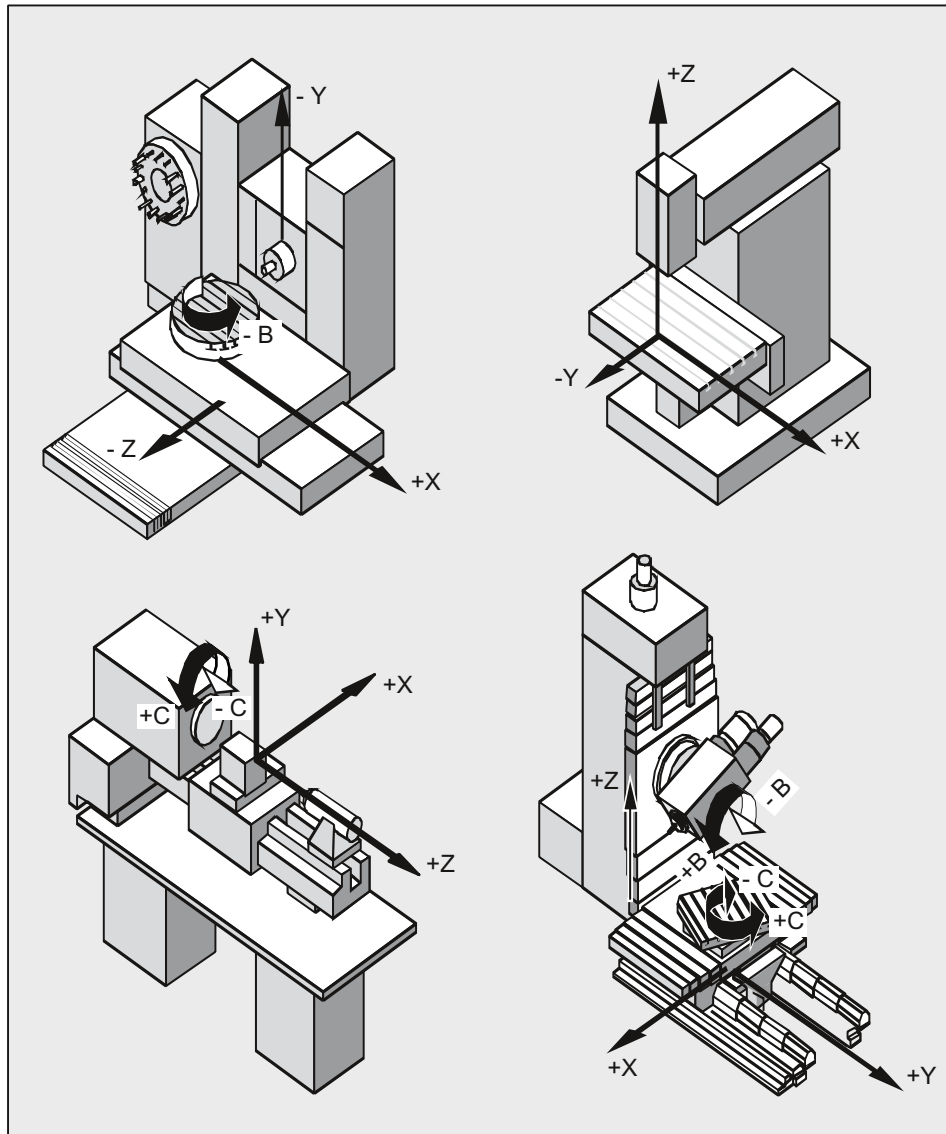
Bild 2-1 "Drei-Finger-Regel"

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:



2.4.2 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 Transformation

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

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

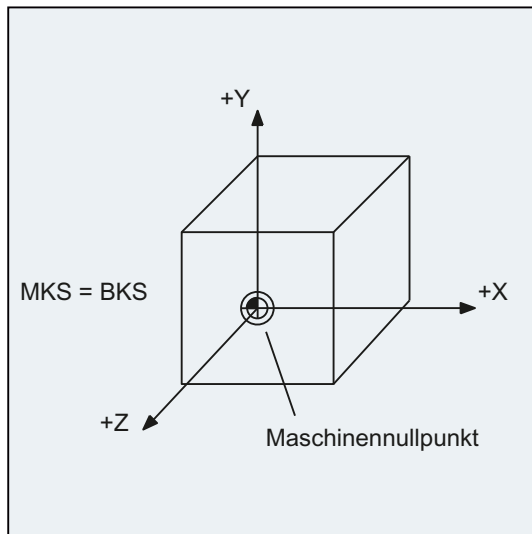


Bild 2-2 MKS = BKS ohne kinematische Transformation

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.

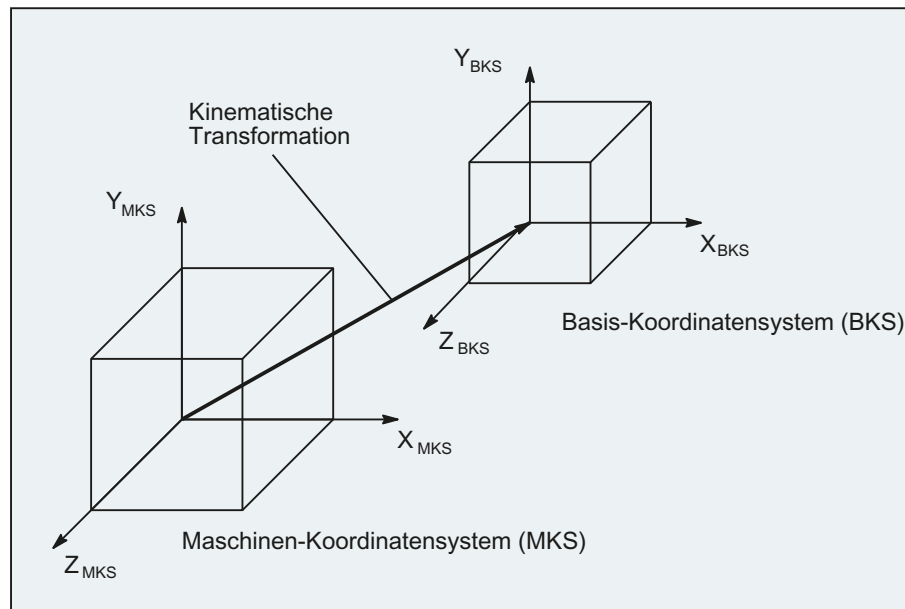


Bild 2-3 Kinematische Transformation zwischen MKS und BKS

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.

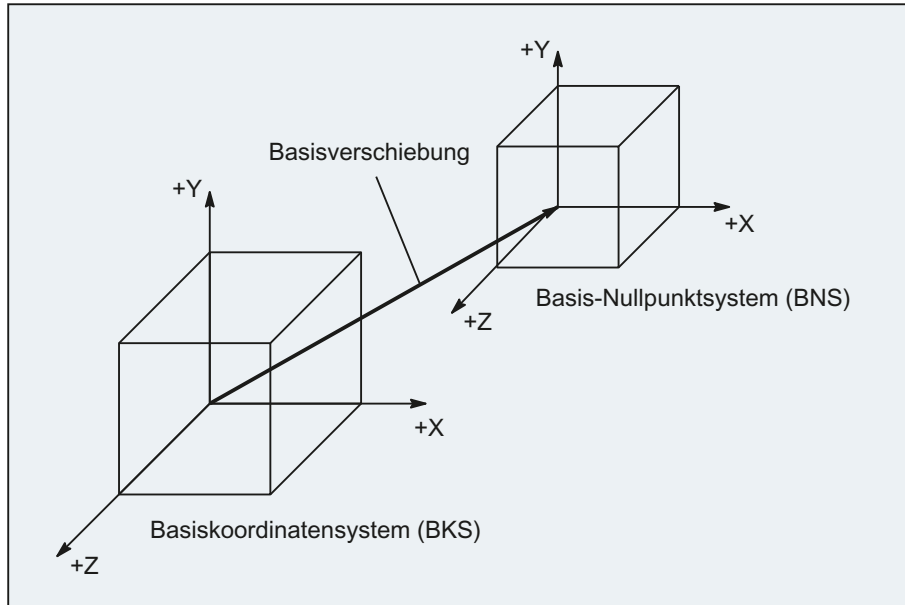
Literatur

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; M1: Kinematische Transformation

Funktionshandbuch Sonderfunktionen; F2: Mehrachstransformationen

2.4.3 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

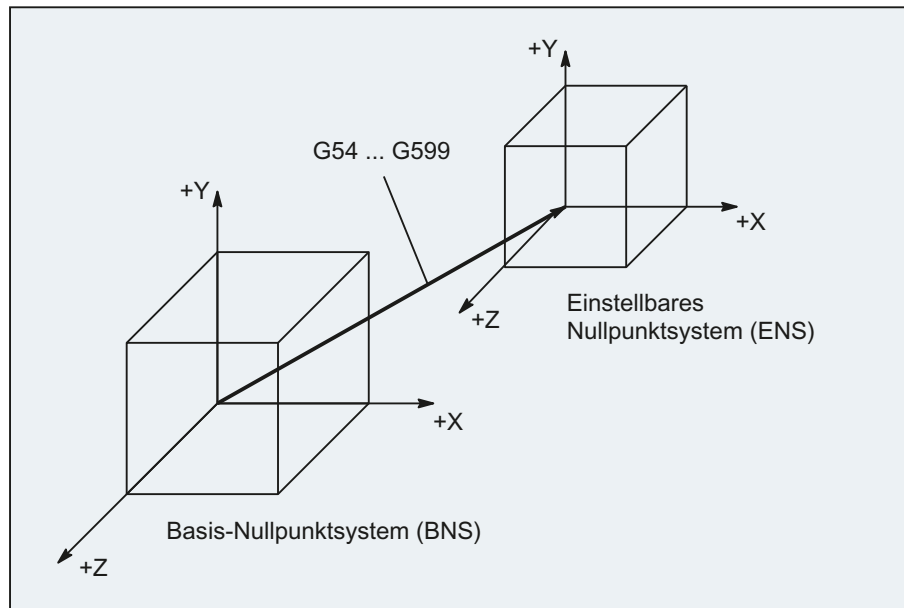
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)

2.4.4 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".

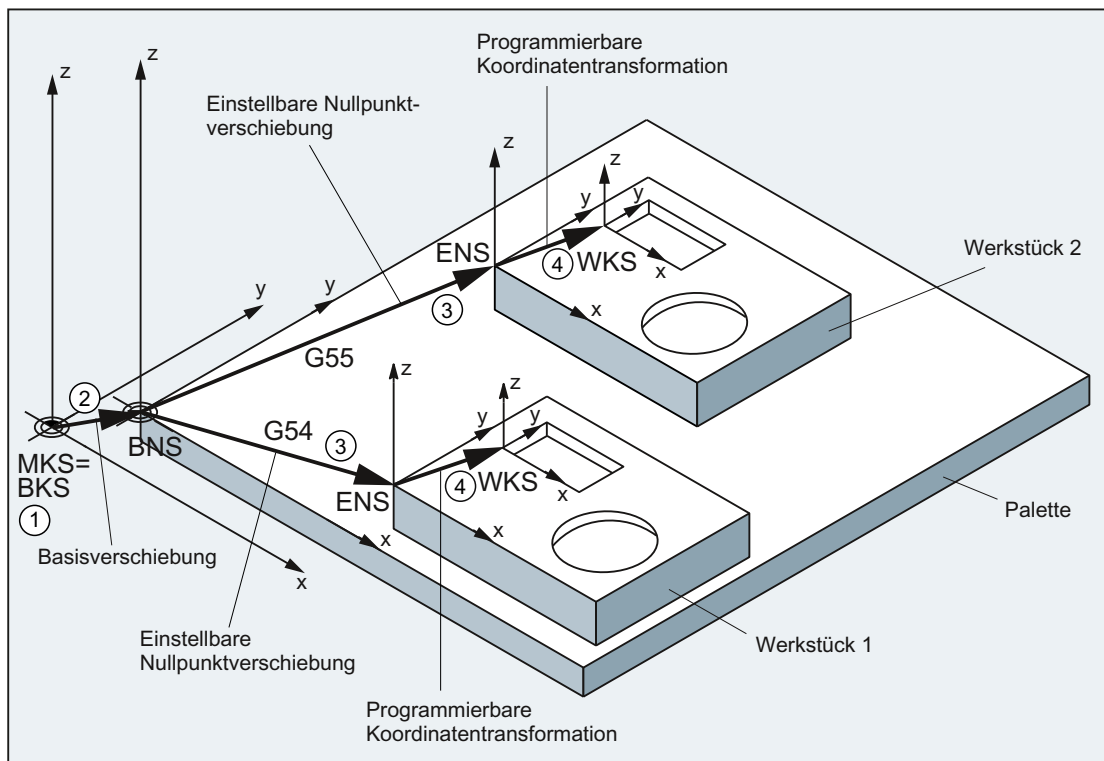
2.4.5 Werkstück-Koordinatensystem (WKS)

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.

2.4.6 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

Hinweis

Richtlinie für die NC-Programmierung ist DIN 66025.

3.1 Benennung eines NC-Programms

Regeln

Jedem NC-Programm muss beim Erstellen ein Programmname (Bezeichner) zugewiesen werden. Der Programmname kann unter Einhaltung folgender Regeln frei gewählt werden:

- Erlaubte Zeichen:
 - Buchstaben: A ... Z, a ... z
 - Ziffern: 0 ... 9
 - Unterstrich: _
- Die ersten beiden Zeichen **müssen** zwei Buchstaben oder ein Unterstrich gefolgt von einem Buchstabe sein.
- Maximale Länge: 24 Zeichen

Groß- / Kleinbuchstaben

In der SINUMERIK NC-Sprache wird **nicht** zwischen Groß- und Kleinbuchstaben unterschieden.

Hinweis

Um Probleme 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 siehe "Namen (Seite 381)".

Steuerungsinterne Erweiterungen

Der bei der Programmerstellung vergebene Programmname wird steuerungsintern mit einem Pre- und Postfix erweitert:

- Prefix: `_N_`
- Postfix:
 - Hauptprogramme: `_MPF`
 - Unterprogramme: `_SPF`

Dateien im Lochstreifenformat

Extern erstellte Programmdateien, die über die V.24-Schnittstelle eingelesen werden sollen, müssen im Lochstreifenformat vorliegen.

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

- Erstes Zeichen: `%`
- Abschließend eine vier Zeichen lange Dateikennung: `_xxx`

Beispiele:

- `%_N_WELLE123_MPF`
- `%Flansch3_MPF`

Literatur

Ausführliche Informationen zum Übertragen, Erstellen und Speichern von NC-Programmen finden sich in:

Bedienhandbuch Drehen bzw. Fräsen bzw. Schleifen; Kapitel "Programme verwalten"

3.2 Aufbau und Inhalte eines NC-Programms

3.2.1 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)

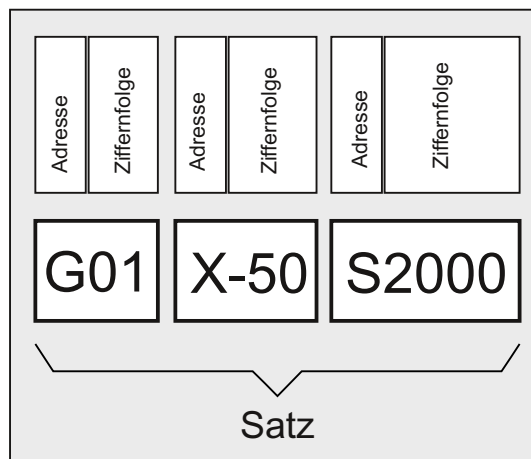
Das Adresszeichen (im Allgemeinen ein Buchstabe) definiert die Bedeutung des Befehls.

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.

3.2.2 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...

3.2.3 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.

3.2.4 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.

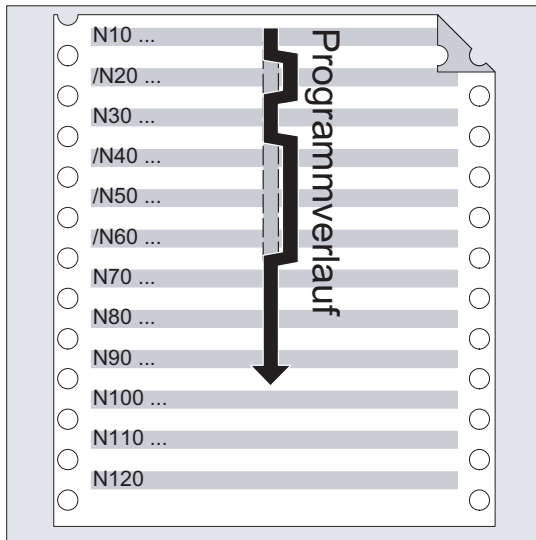
3.2.5 Ausblenden von Sätzen

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

Programmierung

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

Beispiel:



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

Ausblendeebenen

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

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

Beispiel:

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

Hinweis

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

Hinweis

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

Anlegen eines NC-Programms

4.1 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)?

4.2 Verfügbare Zeichen

- 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**

4.2 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.

4.3 Programmkopf

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

Der Programmkopf enthält Informationen / Anweisungen bezüglich:

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

Programmkopf beim Drehen

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

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

Programmkopf beim Fräsen

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

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

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

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

4.4 Programmbeispiele

4.4.1 Beispiel 1: Erste Programmierschritte

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

Vorgehensweise

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

Literatur:

Bedienhandbuch zur vorhandenen Bedienoberfläche

Hinweis

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

Hinweis

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

Programmbeispiel 1

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

4.4.2 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

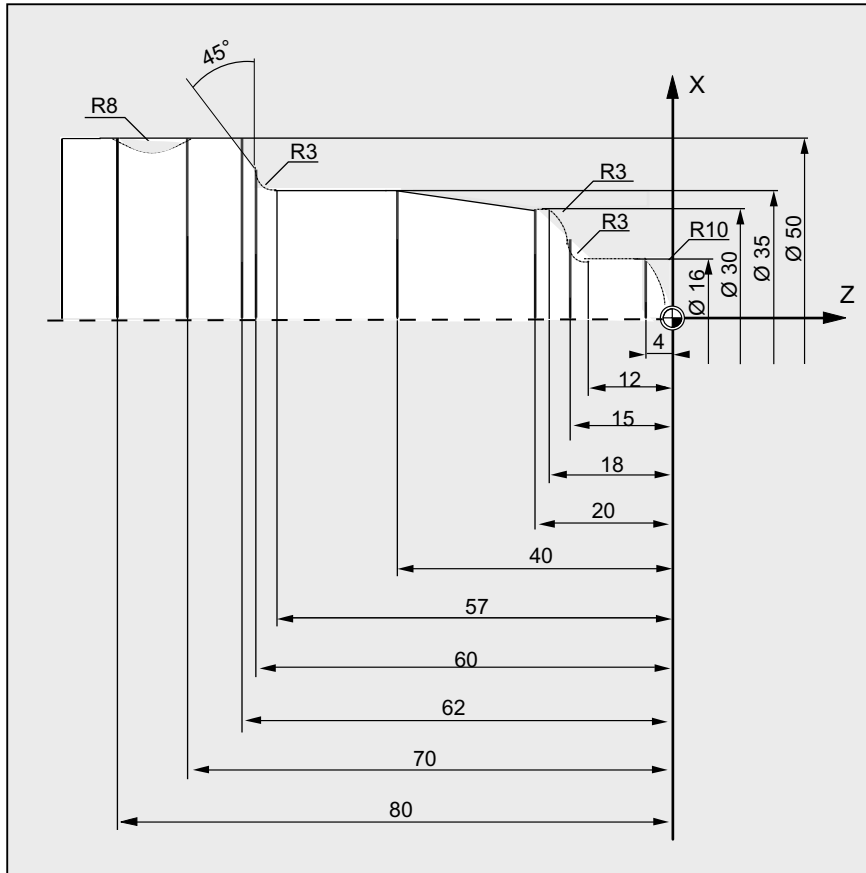


Bild 4-1 Aufsicht

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 | |

| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------------|--|
| 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 |

4.4.3 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

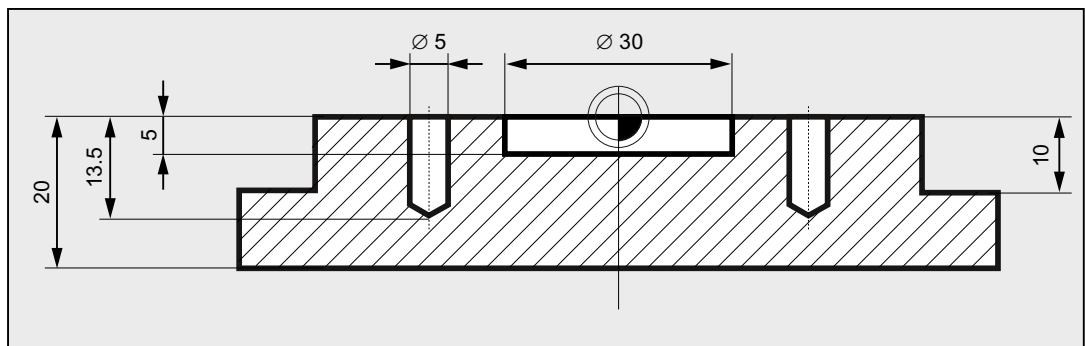


Bild 4-2 Seitenansicht

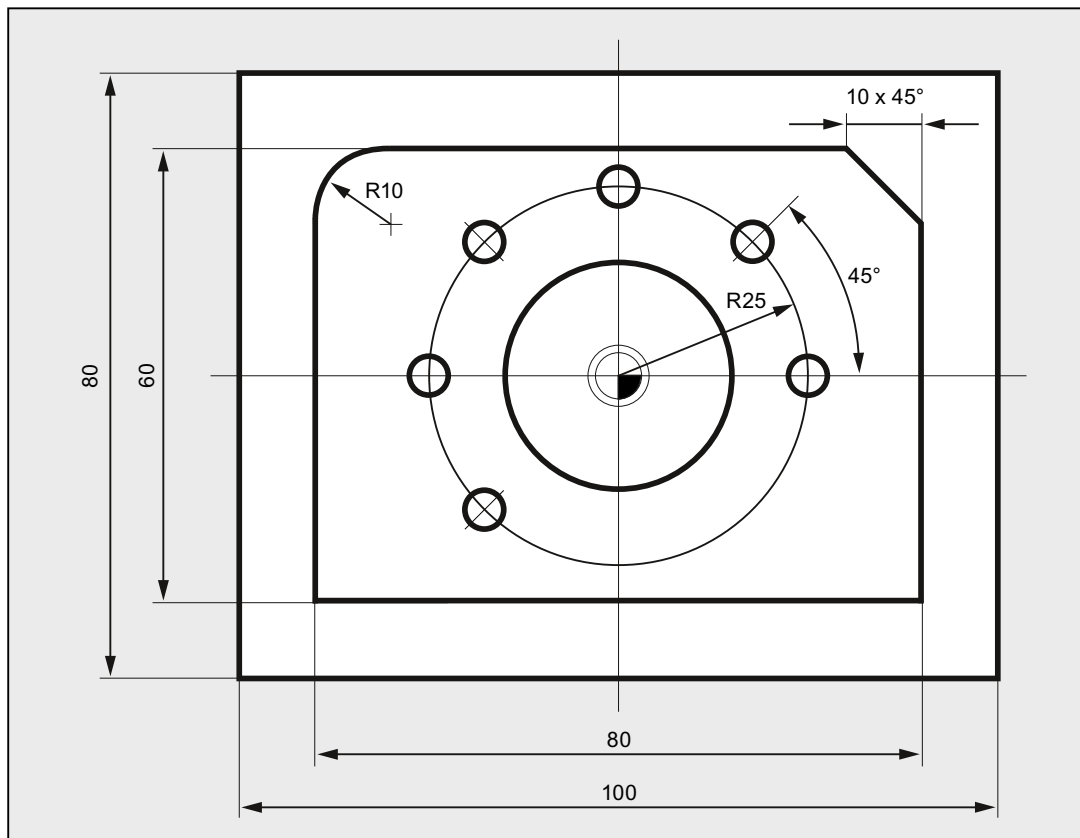


Bild 4-3 Aufsicht

Programmbeispiel 3

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

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

| Programmcode | Kommentar |
|---------------------|------------------|
| N410 M30 | ; Programmende. |

Werkzeugwechsel

Art des Werkzeugwechsels

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

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

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

Hinweis

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

Bedingungen

Mit dem Werkzeugwechsel müssen:

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

Werkzeugverwaltung (Option)

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

5.1 Werkzeugwechsel ohne Werkzeugverwaltung

5.1.1 Werkzeugwechsel mit T-Befehl

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. |
| ... | |

5.1.2 Werkzeugwechsel mit M6

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 |
| ... | |

5.2 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.

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

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) | |

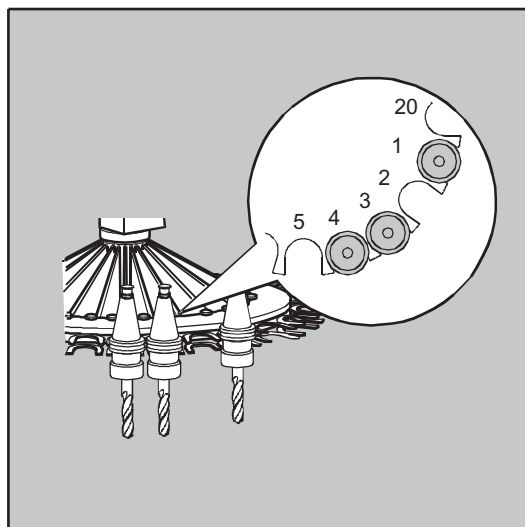
Hinweis

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 | | |



5.2 Werkzeugwechsel mit Werkzeugverwaltung (Option)

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.

5.2.2 Werkzeugwechsel mit M6 bei aktiver WZV (Option)

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. |
| ... | |

5.3 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

6.1 Allgemeine Informationen zu den Werkzeugkorrekturen

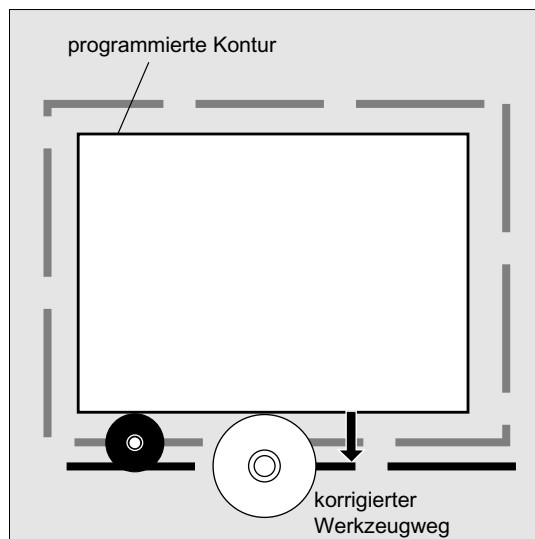
Werkstückmaße werden direkt programmiert (z. B. nach Fertigungszeichnung).
Werkzeugdaten wie Fräserdurchmesser, Schneidenlage der Drehmeißel (linker / rechter Drehmeißel) und Werkzeuglängen müssen daher bei der Programmerstellung nicht berücksichtigt werden.

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.

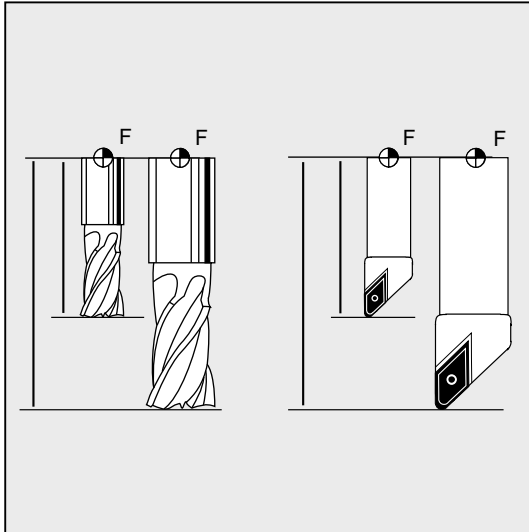
Die Steuerung holt sich während der Programmverarbeitung die benötigten Korrekturdaten aus dem Werkzeug-Korrekturspeicher und korrigiert für unterschiedliche Werkzeuge individuell die Werkzeugbahn:



6.2 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.

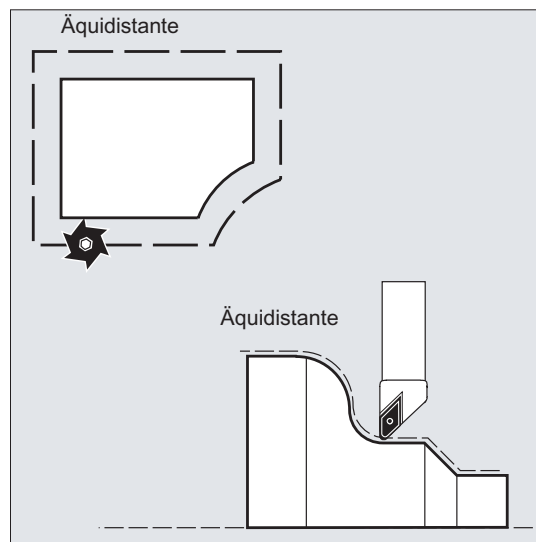
Hinweis

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

6.3 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 284) ").

Literatur

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

6.4 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.

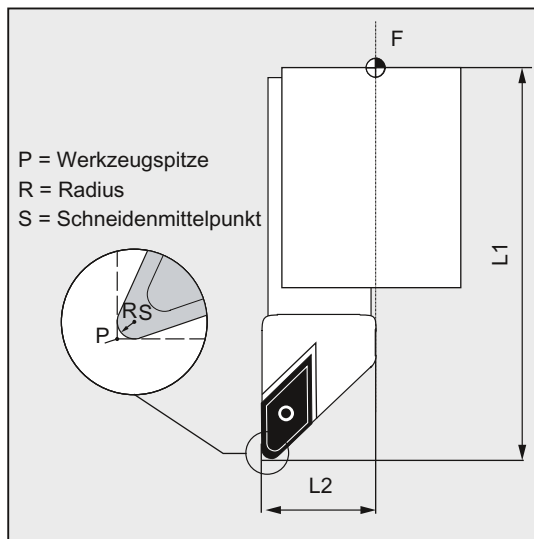
Werkzeugtyp

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

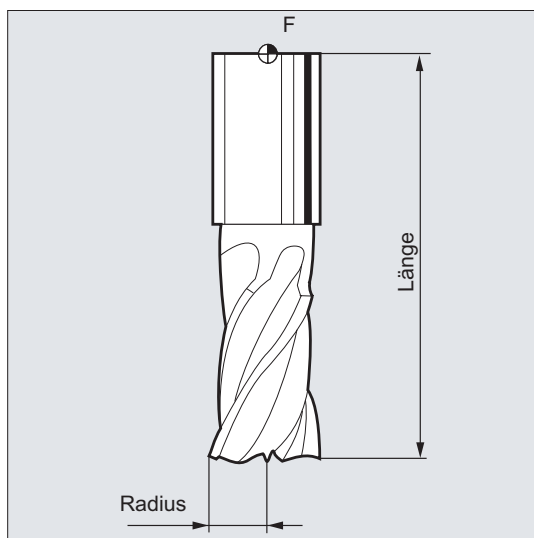
Schneidenlage

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"

6.5 Werkzeugtypen

6.5.1 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 65) |
| 2xy | Bohrer (Seite 67) |
| 3xy | reserviert |
| 4xy | Schleifwerkzeuge (Seite 68) |
| 5xy | Drehwerkzeuge (Seite 69) |
| 6xy | reserviert |
| 7xy | Sonderwerkzeuge (Seite 71) wie z. B. Nutsäge |

6.5.2 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 | Schafffräser (ohne Eckenverrundung) |
| 121 | Schafffräser (mit Eckenverrundung) |
| 130 | Winkelkopffräser (ohne Eckenverrundung) |
| 131 | Winkelkopffräser (mit Eckenverrundung) |
| 140 | Planfräser |
| 145 | Gewindefräser |

| | |
|-----|--|
| 150 | Scheibenfräser |
| 151 | Säge |
| 155 | Kegelstumpffräser (ohne Eckenverrundung) |
| 156 | Kegelstumpffräser (mit Eckenverrundung) |
| 157 | Kegeliger Gesenkräser |
| 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-Adapter | | | | | | | | | |
| Verschleißwerte entsprechend Erfordernis | <table border="1"> <tr> <th colspan="2">Wirkung</th> </tr> <tr> <td>G17:</td> <td>Länge 1 in Z Radius in X/Y</td> </tr> <tr> <td>G18:</td> <td>Länge 1 in Y Radius in Z/X</td> </tr> <tr> <td>G19:</td> <td>Länge 1 in X Radius in Y/Z</td> </tr> </table> | Wirkung | | G17: | Länge 1 in Z Radius in X/Y | G18: | Länge 1 in Y Radius in Z/X | G19: | Länge 1 in X Radius in Y/Z |
| Wirkung | | | | | | | | | |
| G17: | | Länge 1 in Z Radius in X/Y | | | | | | | |
| G18: | Länge 1 in Y Radius in Z/X | | | | | | | | |
| G19: | Länge 1 in X Radius in Y/Z | | | | | | | | |
| Übrige Werte sind auf 0 zu setzen | <p>F'-Werkzeughalter-Bezugspunkt</p> | | | | | | | | |
| <p>Bei G17, G18, G19 ist eine feste Zuordnung möglich, z. B. Länge1=X, Länge2=Z, Länge3=Y (siehe /FB1/ W1 Werkzeug.)</p> | | | | | | | | | |

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

Hinweis

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

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

6.5.3 Bohrer

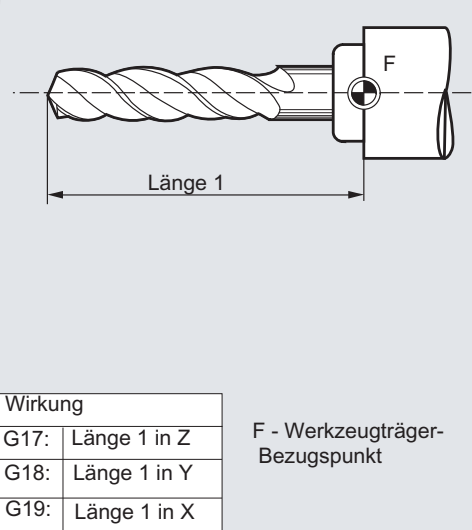
Innerhalb der Werkzeug-Gruppe "Bohrer" gibt es folgende Werkzeugtypen:

| | |
|-----|----------------------------|
| 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:

| Einträge in Werkzeugparameter |  | | | | | | | | |
|--|--|---------|--|------|--------------|------|--------------|------|--------------|
| DP1 2xy | | | | | | | | | |
| DP3 Länge 1 | | | | | | | | | |
| Verschleißwerte entsprechend Erfordernis | <table border="1"> <tr> <th colspan="2">Wirkung</th> </tr> <tr> <td>G17:</td> <td>Länge 1 in Z</td> </tr> <tr> <td>G18:</td> <td>Länge 1 in Y</td> </tr> <tr> <td>G19:</td> <td>Länge 1 in X</td> </tr> </table> | Wirkung | | G17: | Länge 1 in Z | G18: | Länge 1 in Y | G19: | Länge 1 in X |
| Wirkung | | | | | | | | | |
| G17: | Länge 1 in Z | | | | | | | | |
| G18: | Länge 1 in Y | | | | | | | | |
| G19: | Länge 1 in X | | | | | | | | |
| Übrige Werte sind auf 0 zu setzen | F - Werkzeugträger-Bezugspunkt | | | | | | | | |

Hinweis

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

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

6.5.4 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 | | TPG1 | Spindelnummer |
| DP1 | 403 | TPG2 | Verkettungsvorschrift |
| DP2 | Lage * | TPG3 | Minimaler Scheibenradius |
| DP3 | Länge 1 | TPG4 | Min. Scheibenbreite |
| DP4 | Länge 2 | TPG5 | Aktuelle Scheibenbreite |
| DP6 | Radius | TPG6 | Maximale Drehzahl |
| | | TPG7 | Max. Umfangsgeschwindigkeit |
| * Schneidenlage | | TPG8 | Winkel der schrägen Scheibe |
| Verschleißwerte entsprechend Erfordernis Übrige Werte sind auf 0 zu setzen | | TPG9 | Parameter-Nr.f.Radiusberechnung |
| Wirkung | | <p>F: Werkzeugträger-Bezugspunkt</p> | |
| 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 | | |

Hinweis

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

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

6.5.5 Drehwerkzeuge

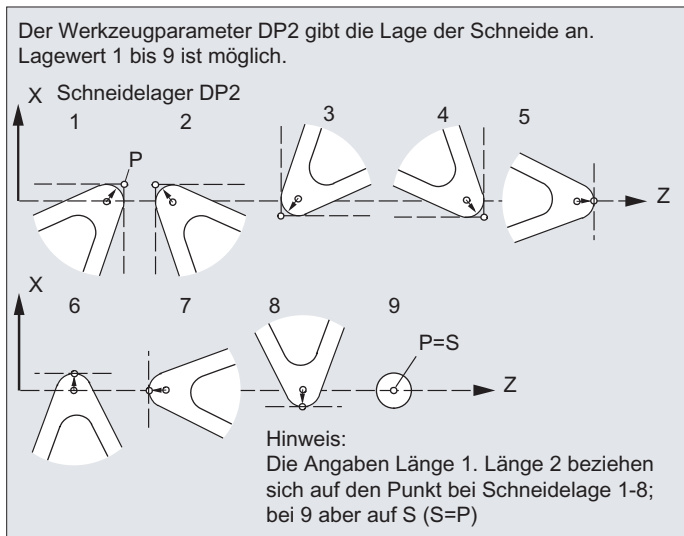
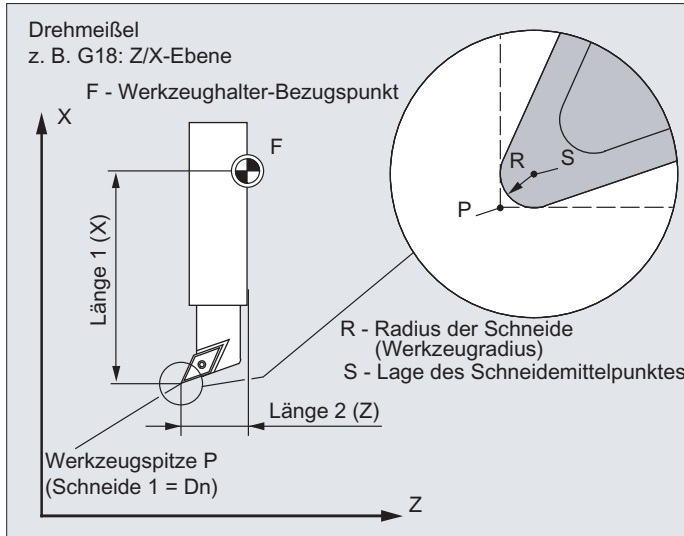
Innerhalb der Werkzeug-Gruppe "Drehwerkzeuge" gibt es folgende Werkzeugtypen:

| | |
|-----|---------------|
| 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:



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

Hinweis

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

Weitere Informationen siehe:

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

6.5.6 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)

6.5.7 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)

6.6 Werkzeugkorrektur-Aufruf (D)

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

Literatur:

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

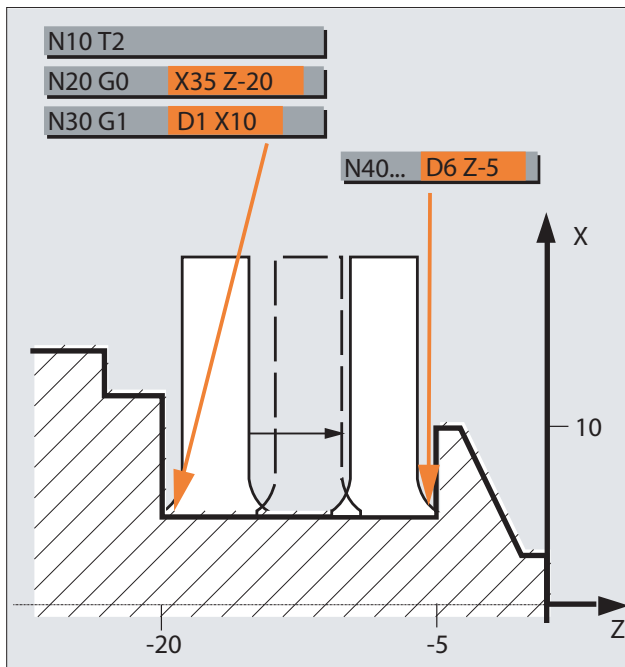
Funktionshandbuch Werkzeugverwaltung; Kapitel: "Varianten von D-Nummer-Zuordnungen"

Beispiele

Beispiel 1: Werkzeugwechsel mit T-Befehl (Drehen)

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

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



6.7 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-Stops ergeben, mit dem Fortsetzen des Teileprogramms herausgefahren. |

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

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>
```

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

TOFFL[3]=<Wert>
 TOFF[<Geometrieachse>]=<Wert>

Werkzeugradius-Offset:

TOFFR=<Wert>

Bedeutung

| | | |
|-------------------|---|------|
| TOFFL: | <p>Befehl zur Korrektur der effektiven Werkzeuglänge</p> <p>TOFFL kann mit oder ohne Index programmiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ohne Index: TOFFL= Der programmierte Offset-Wert wirkt in der Richtung, in der auch die im Korrekturspeicher abgelegte Werkzeuglängenkomponente L1 wirkt. • mit Index: TOFFL[1]=, TOFFL[2]= bzw. TOFFL[3]= Der programmierte Offset-Wert wirkt in der Richtung, in der auch die im Korrekturspeicher abgelegte Werkzeuglängenkomponente L1, L2 bzw. L3 wirkt. <p>Die Befehle TOFFL und TOFFL[1] sind in ihrer Wirkung identisch.</p> <p>Hinweis: Wie die Werkzeuglängen-Korrekturwerte in den Achsen verrechnet werden, bestimmen der Werkzeugtyp und die aktuelle Arbeitsebene (G17 / G18 / G19).</p> | |
| TOFF: | <p>Befehl zur Korrektur der Werkzeuglänge in der Komponente parallel zu der angegebenen Geometrieachse</p> <p>TOFF wirkt in Richtung der Werkzeuglängenkomponente, die bei nicht gedrehtem Werkzeug (orientierbarer Werkzeugträger bzw. Orientierungstransformation) parallel zu der im Index angegebenen <Geometrieachse> wirkt.</p> <p>Hinweis: Ein Frame beeinflusst die Zuordnung der programmierten Werte zu den Werkzeuglängenkomponenten nicht, d. h. für die Zuordnung der Werkzeuglängenkomponenten zu den Geometrieachsen wird nicht das Werkstückkoordinatensystem (WKS), sondern das Werkzeugkoordinatensystem in Werkzeuggrundstellung zugrunde gelegt.</p> | |
| <Geometrieachse>: | Bezeichner der Geometrieachse | |
| TOFFR: | <p>Befehl zur Korrektur des effektiven Werkzeugradius</p> <p>TOFFR verändert den effektiven Werkzeugradius bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur um den programmierten Offset-Wert.</p> | |
| <Wert>: | Offset-Wert für die Werkzeuglänge bzw. -radius | |
| | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="660 1578 751 1608">Typ:</td> <td data-bbox="754 1578 1442 1608">REAL</td> </tr> </table> | Typ: |
| Typ: | REAL | |

Hinweis

Der `TOFFR`-Befehl hat fast die gleiche Wirkung wie der `OFFN`-Befehl (siehe "Werkzeugradiuskorrektur (Seite 247)"). Ein Unterschied ergibt sich lediglich bei aktiver Mantelkurventransformation (`TRACYL`) und aktiver Nutwandkorrektur. In diesem Fall wirkt `OFFN` mit negativem Vorzeichen auf den Werkzeugradius, `TOFFR` dagegen mit positivem Vorzeichen.

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

Weitere Syntaxregeln

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

Randbedingungen

- **Auswertung von Settingdaten**
Bei der Zuordnung der programmierten Offset-Werte zu den Werkzeuglängenkomponenten werden folgende Settingdaten ausgewertet:
`SD42940 $SC_TOOL_LENGTH_CONST` (Wechsel der Werkzeuglängenkomponenten bei Ebenenwechsel)
`SD42950 $SC_TOOL_LENGTH_TYPE` (Zuordnung der Werkzeuglängenkompensation unabhängig vom Werkzeugtyp)
Haben diese Settingdaten gültige Werte ungleich 0, dann haben diese Vorrang vor dem Inhalt der G-Code-Gruppe 6 (Ebenenwahl `G17 - G19`) bzw. dem in den Werkzeugdaten enthaltenen Werkzeugtyp (`$TC_DP1[<T-Nr.>, <D-Nr.>]`), d. h. diese Settingdaten beeinflussen die Bewertung der Offsets in gleicher Weise wie die Werkzeuglängenkomponenten L1 bis L3.
- **Werkzeugwechsel**
Alle Offset-Werte bleiben bei einem Werkzeugwechsel (Schneidenwechsel) erhalten, d. h. sie werden bei dem neuen Werkzeug (der neuen Schneide) ebenfalls wirksam.

Beispiele**Beispiel 1: Positiver Werkzeuglängen-Offset**

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

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

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

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 Fräs Werkzeug. 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 | ; Maschinenachspoition X0 Y0 Z101 |
| N60 G18 G0 X0 Y0 Z0 | ; Maschinenachspoition X0 Y100 Z1 |
| N70 G17 | |
| N80 TOFFL=1.0 | ; Offset in L1-Richtung (entspricht Z bei G17). |
| N90 G0 X0 Y0 Z0 | ; Maschinenachspoition X0 Y0 Z101. |
| N100 G18 G0 X0 Y0 Z0 | ; Maschinenachspoition 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 Kugelmittle statt auf Kugelspitze berechnet werden. Bei der Messung des Werkzeugs wird aber in der Regel die Werkzeugspitze vermessen und als Werkzeuglänge im Korrekturspeicher hinterlegt.

Systemvariablen zum Lesen der aktuellen Offset-Werte

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

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

Hinweis

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

Spindelbewegung

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

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

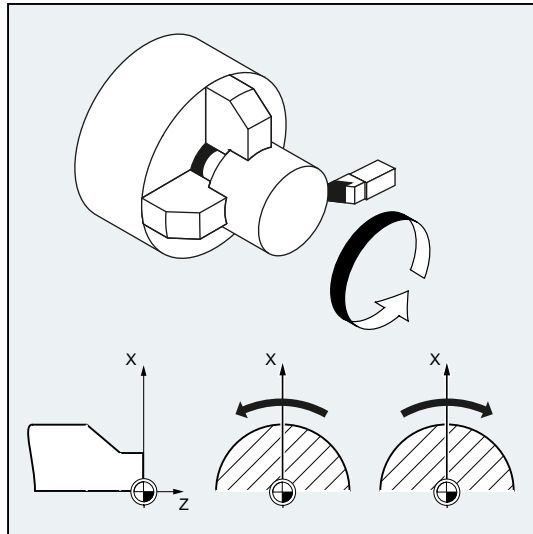


Bild 7-1 Spindelbewegung beim Drehen

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.:

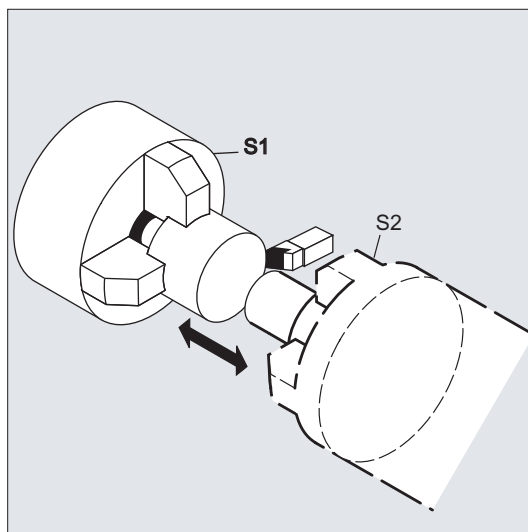
S... S2=... S3=...

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 Synchron Einrichtung (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. Gewindegewinde, 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. |

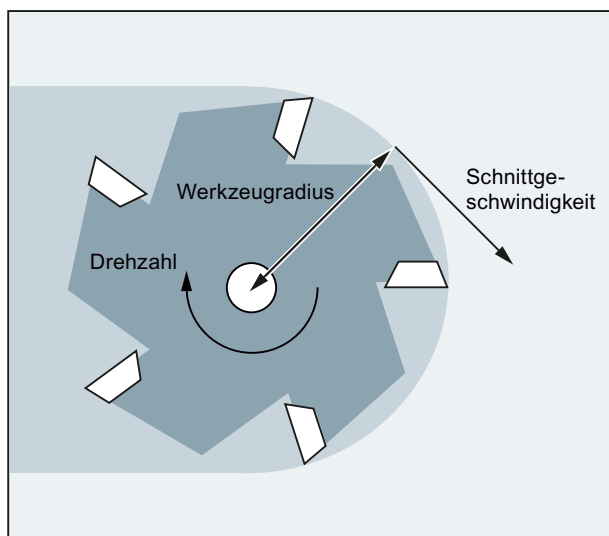
Hinweis

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.

7.2 Schnittgeschwindigkeit (SVC)

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>]: | <p>Nummer der Spindel</p> <p>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.</p> <p>Hinweis: Für jede Spindel kann eine eigene Schnittgeschwindigkeit vorgegeben werden.</p> <p>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.</p> |
| | 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: $S = (100 \text{ m/min} * 1000) / (6,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 2653,93 \text{ U/min}$ |
| 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 | ; $S3 = (100 \text{ m/min} * 1000) / (5,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 3184,71 \text{ U/min}$ |
| N130 SETMTH(4) | ; Masterwerkzeughalternummer setzen |
| N140 T="WZ8" | ; Entspricht T8="WZ8" |

7.2 Schnittgeschwindigkeit (SVC)

| Programmcode | Kommentar |
|--------------|--|
| N150 M6 | ; Entspricht M4=6 Werkzeug "WZ8" kommt auf Mastertoolholder, aber wegen MD20270=-2 bleibt alte Werkzeugkorrektur aktiv. |
| N160 SVC=50 | ; $S3 = (50 \text{ m/min} * 1000) / (5,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 1592,36 \text{ U/min}$ 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 | ; $S6 = (300 \text{ m/min} * 1000) / (7,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 6824,39 \text{ U/min}$ 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 | ; $S1 = (100 \text{ m/min} * 1000) / (5,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 3184,71 \text{ U/min}$ |
| N200 SETMS(3) | ; Spindel 3 = Masterspindel |
| N210 M4 SVC=150 | ; $S3 = (150 \text{ m/min} * 1000) / (5,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 4777,07 \text{ U/min}$ Bezieht sich auf die Werkzeugkorrektur D1 von T="WZ2", S1 dreht mit alter Drehzahl weiter. |
| N220 T="WZ8" | ; Entspricht T8="WZ8" |
| N230 M4 SVC=200 | ; $S3 = (200 \text{ m/min} * 1000) / (5,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 6369,43 \text{ U/min}$ Bezieht sich auf die Werkzeugkorrektur D1 von T="WZ2". |

| Programmcode | Kommentar |
|-----------------|--|
| N240 M6 | ; Entspricht M3=6 Werkzeug "WZ8" kommt auf Masterspindel, die Werkzeugkorrektur D4 des neuen Werkzeugs wird aktiv. |
| N250 SVC=50 | ; $S3 = (50 \text{ m/min} * 1000) / (7,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 1137,40 \text{ U/min}$ Korrektur D4 auf Masterspindel ist aktiv. |
| N260 D1 | ; Korrektur D1 von neuem Werkzeug "WZ8" aktiv. |
| N270 SVC[1]=300 | ; $S1 = (300 \text{ m/min} * 1000) / (9,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 5307,86 \text{ U/min}$ $S3 = (50 \text{ m/min} * 1000) / (9,0 \text{ mm} * 2 * 3,14) = 884,64 \text{ U/min}$ |
| ... | |

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 Ausgleichfutter (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:

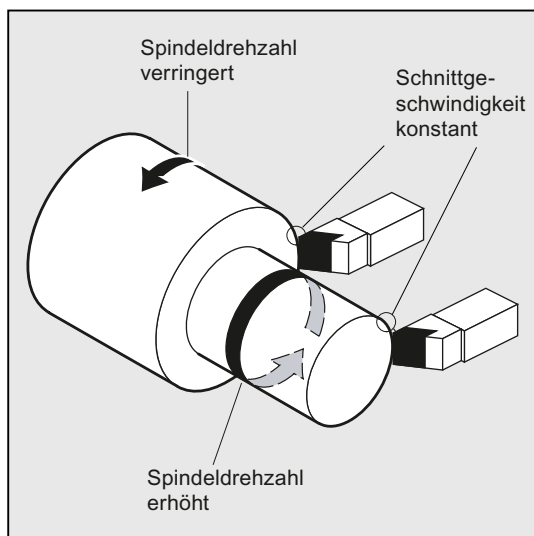
| | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| | \$AC_SVC[<n>] | Schnittgeschwindigkeit, die bei der Aufbereitung des aktuellen Hauptlaufsatzes für die Spindel mit Nummer <n> wirksam war. | |
| | \$AC_S_TYPE[<n>] | Spindeldrehzahl-Programmierungsvariante, die bei der Aufbereitung des aktuellen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

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

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 99)" |
| 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 | |

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

| Programmcode | Kommentar |
|---------------------|---|
| 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. |
| ... | |
| 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 Anfahr Satz 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. |

7.4 Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF)

| Programmcode | Kommentar |
|----------------|--|
| 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)

7.4 Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF)

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 **eingeschaltet**.

FALSE: SUG ist **ausgeschaltet**.

7.5 Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26)

Die in Maschinen- und Settingdaten festgelegten minimalen und maximalen Spindeldrehzahlen können per Teileprogrammbehehl 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

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

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

Syntax

```
G93
G94
G95
F<Wert>
FGROUP (<Achse_1>, <Achse_2>, ...)
FGREF [<Rundachse>] = <Bezugsradius>
FL [<Achse>] = <Wert>
```

Bedeutung

| | |
|----------|---|
| G93: | Typ des Bahnvorschubs: Zeitreziproker Vorschub [1/min] |
| G94: | Typ des Bahnvorschubs: Linearvorschub [mm/min], [inch/min] oder [Grad/min] |
| G95: | Typ des Bahnvorschubs: Umdrehungsvorschub [mm/Umdrehung] bzw. [inch/Umdrehung] Der Umdrehungsvorschub kann wählbar abgeleitet werden von einer Masterspindel, einer beliebigen anderen Spindel oder Rundachse. |
| F<Wert> | Bahnvorschub für alle oder die mit FGROUP ausgewählten Bahnachsen. |
| FGROUP: | Festlegung der Bahnachsen, auf die sich der unter F programmierte Bahnvorschub bezieht. |
| 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>: | Name einer Kanalachse, Typ: AXIS |

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 | |

| Programmcode | Kommentar |
|----------------------------|---|
| 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 Radi- us einstellen. |
| N310 DO \$R9=\$AC_TIME | |
| N320 X0.001 A10 | ; Vorschub= 2540mm/min, Bahnweg= 254mm, R9= ca.6s |
| N330 M30 | |

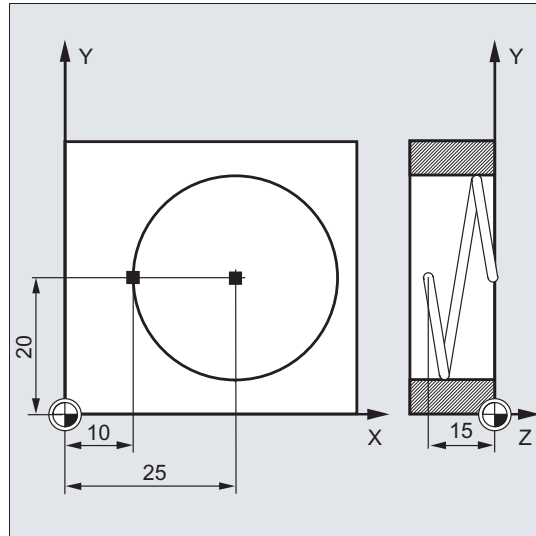
Beispiel 2: Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL verfahren

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

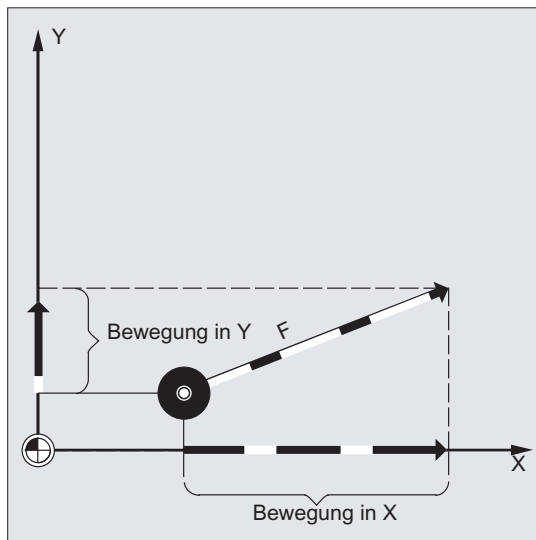
Die Bahnachsen X und Y fahren mit programmiertem Vorschub, die Zustellachse Z ist Synchronachse.



| 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)

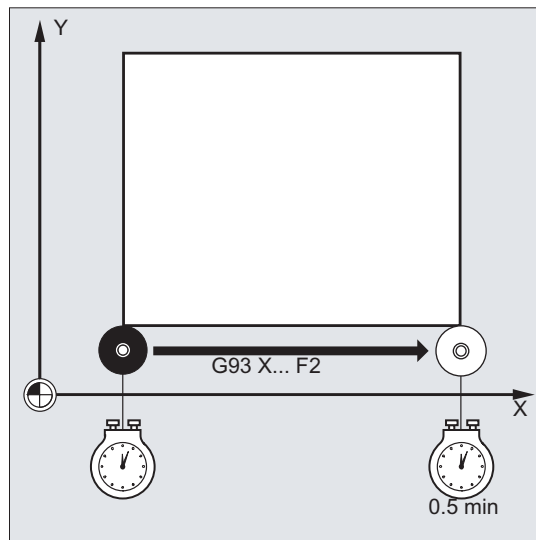
Der zeitreziproke Vorschub gibt die Zeitdauer für das Abfahren eines Satzes an.

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 Eilanggeschwindigkeit. 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 Kanalachsenamen 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.

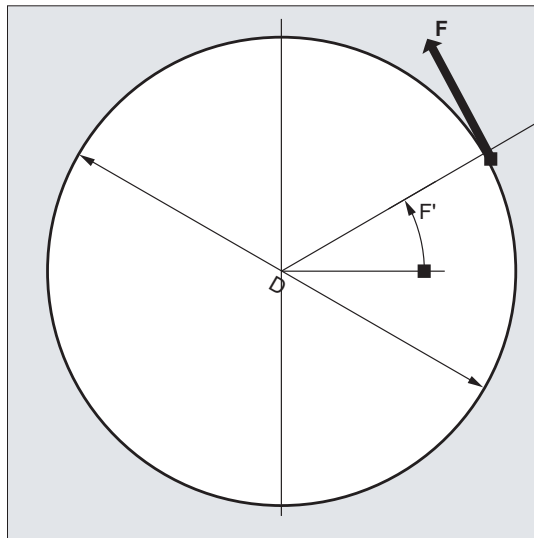
Maßeinheit für Rund- und Linearachsen

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:

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

| | | |
|------|---------|---------------------------|
| 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 FGROUPE-Befehl aufgenommen werden.

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

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 FGROUPE (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 $360 \text{ mm} / (2\pi) = 57.296 \text{ mm}$ (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:

$$FGREF[\text{effektiv}] = n\text{-te Wurzel aus } [(FGREF[A] * FGREF[B] \dots)]$$

| | | |
|------|----|--|
| 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:

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

Hinweis

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

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

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:

- Palettenezuführeinrichtungen
- 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>
```

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

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: | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 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 verfahrenen 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 verfahrenen 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 GO 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 Satzweitschaltung 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 Satzweitschaltung 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 Satzendeckriterium den Satzwechsel verhindert. Nach einem WAITMC startet die Achse sofort durch, falls nicht ein anderes Satzendeckriterium den Satzwechsel verhindert.

8.3 Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF)

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.

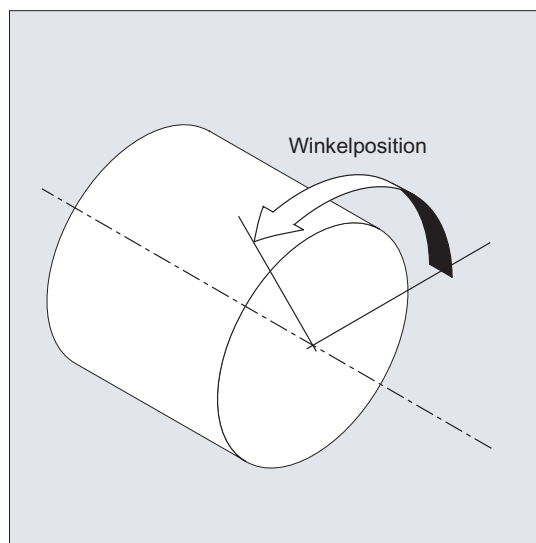
Für die Drehrichtungen und Spindel-Halt gelten M3, M4 und M5.

Hinweis

Bei Synchronspindel-Sollwertkopplung muss die Leitspindel lagegeregelt sein.

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

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: | <p>Spindel auf die angegebene Winkelstellung positionieren</p> <p>SPOS und SPOSA haben die gleiche Funktionalität, unterscheiden sich aber im Satzwechselverhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mit SPOS wird der NC-Satz erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist. • Mit SPOSA wird der NC-Satz weitergeschaltet, auch wenn die Position nicht erreicht ist. | |
| <n>: | <p>Nummer der Spindel, die positioniert werden soll.</p> <p>Ohne Angabe einer Spindelnummer oder mit Spindelnummer "0" bezieht sich SPOS bzw. SPOSA auf die Masterspindel.</p> | |
| <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: | <p>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</p> <p>Der NC-Satz wird erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist.</p> | |
| M<n>=70: | <p>Masterspindel (M70 oder M0=70) oder Spindel mit Nummer <n> (M<n>=70) in den Achsbetrieb umschalten</p> <p>Es wird keine definierte Position angefahren. Der NC-Satz wird weitergeschaltet, wenn die Umschaltung ausgeführt wurde.</p> | |
| 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: IPOBRKA 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 Soll-drehzahl 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.

Weitere Informationen

Positionieren mit SPOSA

Die Satzweitschaltung bzw. der Programmablauf wird durch SPOSA nicht beeinflusst. Die Spindelpositionierung kann parallel zum Abarbeiten von nachfolgenden NC-Sätzen

durchgeführt werden. Der Satzwechsel erfolgt, wenn alle im Satz programmierten Funktionen (außer der Spindel) ihr Satzdekriterium 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 Satzweitschaltung wird erst ausgeführt, wenn alle im Satz programmierten Funktionen ihr Satzdekriterium 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 116)
- Programmierbare Beschleunigungskorrektur (ACC) (Option) (Seite 120)

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. |

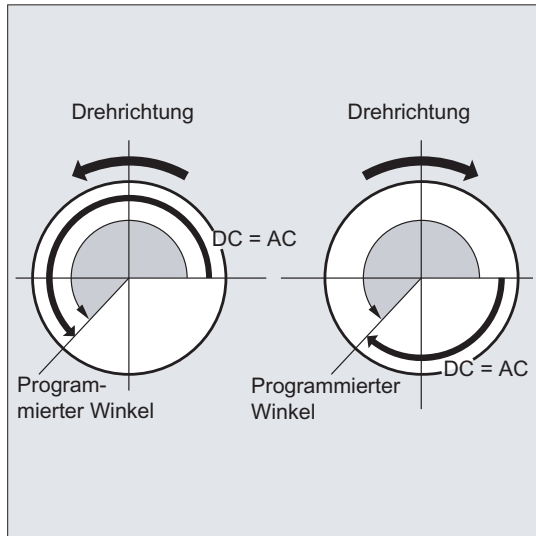
Nach M5 kann mit WAITS darauf gewartet werden, dass die Spindel(n) zum Stillstand gekommen ist/sind. Nach M3/M4 kann mit WAITS darauf gewartet werden, dass die Spindel(n) die vorgegebene Drehzahl/Drehrichtung erreicht hat/haben.

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.

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

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

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.

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. |

| Programmcode | Kommentar |
|----------------|---|
| 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.

8.6 Programmierbare Vorschubkorrektur (OVR, OVRRAP, OVRA)

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 F_A 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. |

8.7 Programmierbare Beschleunigungskorrektur (ACC) (Option)

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 Synchronaktionen

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

Die vorgegebene Beschleunigung kann auch über Synchronaktionen verändert werden (siehe 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.

8.8 Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA)

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 verfahrenen 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>:

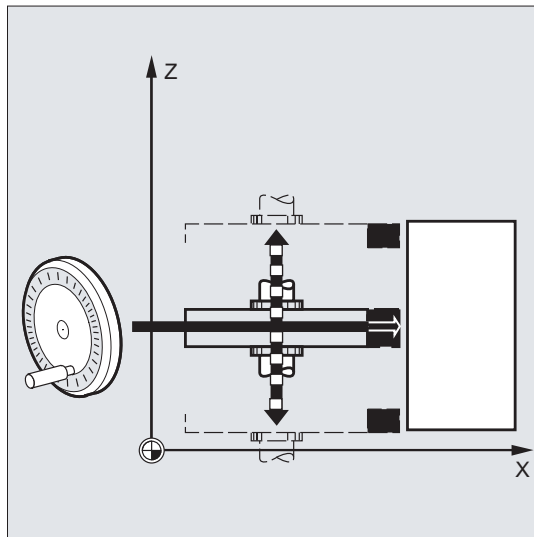
- Wert = 0: Wegvorgabe durch Handrad
- Wert ≠ 0: axiale Geschwindigkeit

<Achse>:

Achsenbezeichner 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

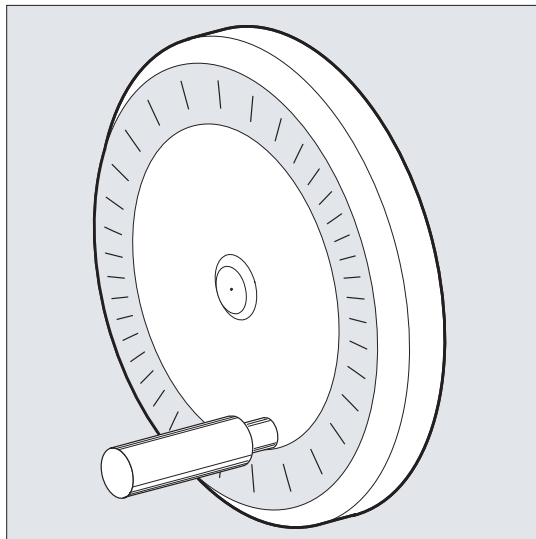
Der Vorschub-Override wirkt nur auf die programmierte Bahngeschwindigkeit, nicht auf den per Handrad erzeugten Geschwindigkeitsanteil (Ausnahme: Vorschub-Override = 0).

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 parametrisierten 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:

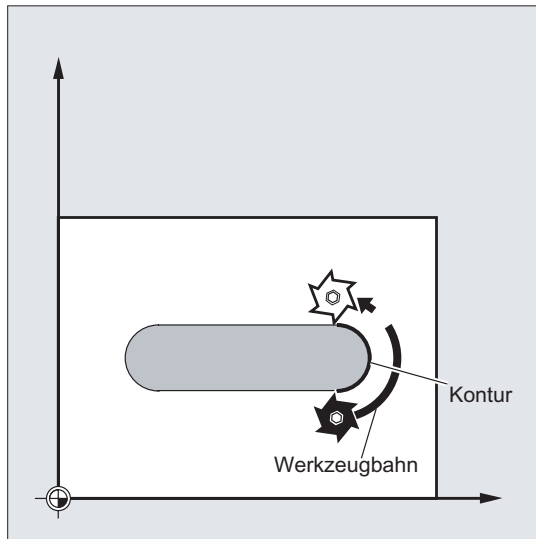
Der Verfahrbereich wird durch die Startposition und den programmierten Endpunkt begrenzt.

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

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 Fräasers 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.

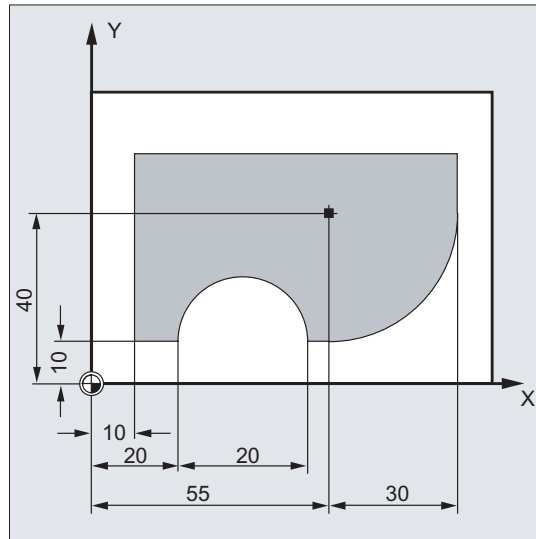
Syntax

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

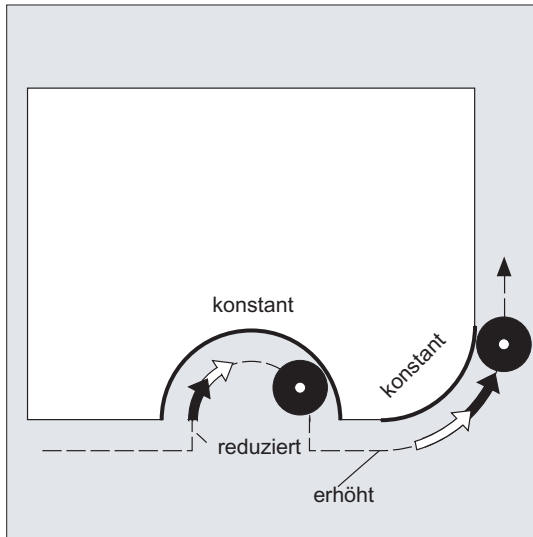


In diesem Beispiel wird zunächst mit CFC-korrigiertem Vorschub die Kontur hergestellt. Beim Schlichten wird der Fräsgrund mit CFIN zusätzlich bearbeitet. Hierdurch lässt sich verhindern, dass der Fräsgrund an Außenradien durch zu hohe Vorschubgeschwindigkeit beschädigt wird.

| 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.

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

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 |

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

| | |
|---|---|
| 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 |
| ... | |

8.11 Satzweiser Vorschub (FB)

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: <ul style="list-style-type: none"> • 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.

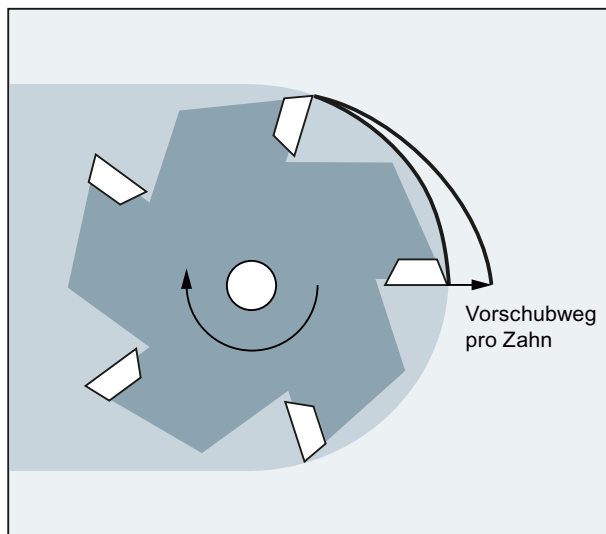
Vorschubinterpolationen **FLIN**, **FCUB**, ... sind uneingeschränkt möglich.

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. |
| ... | |

8.12 Zahnvorschub (G95 FZ)



Über den Werkzeugparameter \$TC_DPNT (Anzahl der Zähne) des aktiven Werkzeugkorrekturdatensatzes berechnet die Steuerung aus dem programmierten Zahnvorschub für jeden Verfahrssatz 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: Systemvariable 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...

Bedeutung

| | | |
|------|---|---|
| G95: | Vorschubart: Umdrehungsvorschub in mm/U bzw. inch/U (abhängig von G700/G710) Zu G95 siehe "Vorschub (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGMEM)" (Seite 99)" | |
| 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 Gegenlaufräsen, 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 116)").

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: |
| | $F = 0,02 \text{ mm/Zahn} * 5 \text{ Zähne/U} = 0,1 \text{ mm/U}$ |
| | bzw. |
| | $F = 0,1 \text{ mm/U} * 200 \text{ U/min} = 20 \text{ mm/min}$ |
| ... | |

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 | |

| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------|--|
| 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). |

| Programmcode | Kommentar |
|------------------------|---|
| 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 ein Werkzeug eingewechselt werden (N110), das von 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

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

Über die Befehle G54 bis G57 und G505 bis G599 werden die über die Bedienoberfläche eingestellten Werte der zugehörigen einstellbaren Nullpunktverschiebungen zur Verschiebung des Werkstückkoordinatensystems gegenüber dem Basiskoordinatensystem aktiviert.

Syntax

Einschalten:

G54
 ...
 G57
 G505
 ...
 G599

Ausschalten bzw. Unterdrücken:

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: <ul style="list-style-type: none"> • Handradverschiebungen (DRF) • überlagerte Bewegungen • externe NV • PRESET-Verschiebung |

Beispiel

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

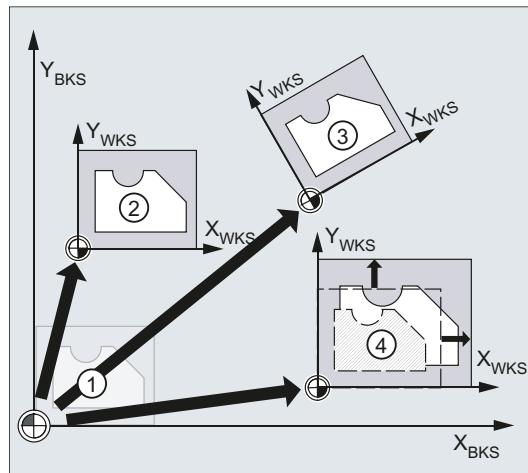
| Programmcode | Kommentar |
|----------------------------|--|
| N10 G0 G90 X10 Y10 F500 T1 | ; Anfahren |
| N20 G54 S1000 M3 | ; Aufruf der ersten NV, Spindel rechts |
| N30 L47 | ; Programmlauf als Unterprogramm |
| N40 G55 G0 Z200 | ; Aufruf der zweiten NV, Z über Hindernis |
| N50 L47 | ; Programmlauf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

Weitere Informationen

Eine einstellbare Nullpunktverschiebung ist im Prinzip ein einstellbarer Frame (Seite 303). Daher stehen auch bei einer einstellbaren Nullpunktverschiebung folgende Komponenten bzw. Frame-Werte zur Verfügung:

- Verschiebung
- Rotation

- Skalierung
- Maßstab



- ① Ausgangslage im BKS
- ② Verschiebung
- ③ Verschiebung + Drehung
- ④ Verschiebung + Skalierung

Bild 9-1 Nullpktverschiebungen

Die Eingabe der Frame-Werte für die einstellbaren Nullpunktverschiebungen erfolgt über die Bedienoberfläche:

SINUMERIK Operate: Bedienbereich "Parameter" > "Nullpunktverschiebungen" > "Details"

SINUMERIK 828D

Bei SINUMERIK 828D erfolgt der Aufruf der 5. und 6. einstellbaren Nullpunktverschiebung mit G58 bzw. G59.

Die Befehle G505 und G506 stehen bei SINUMERIK 828D nicht zur Verfügung.

Parametrierbare Anzahl einstellbarer Frames (G505 - G599)

Die Anzahl der Anwender-spezifischen einstellbaren Nullpunktverschiebungen (G505 - G599) ist kanalspezifisch einstellbar über:

MD28080 \$MC_MM_NUM_USER_FRAMES = <Anzahl>

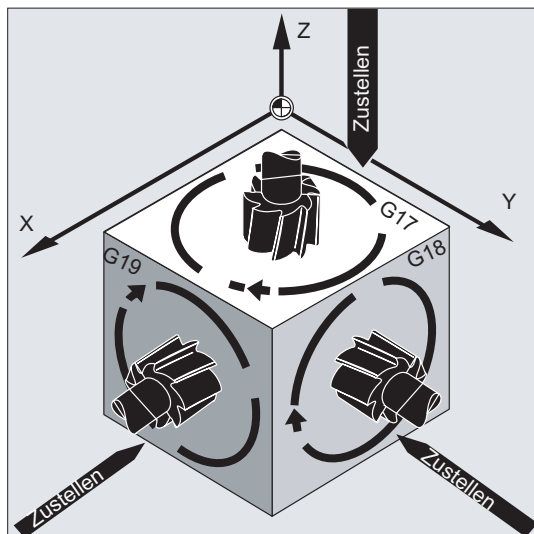
Siehe auch

Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59) (Seite 312)

9.2 Wahl der Arbeitsebene (G17/G18/G19)

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 247)") 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.

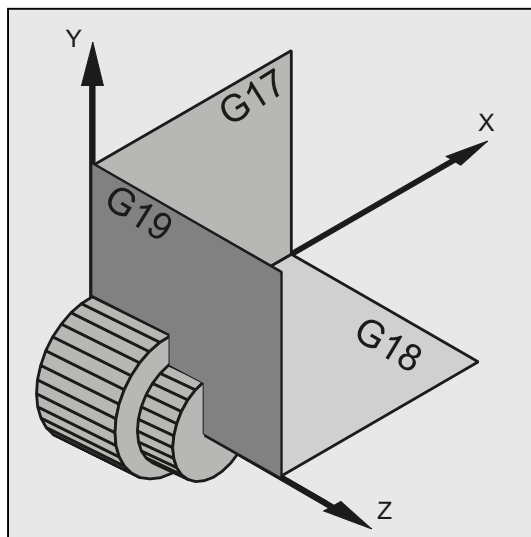
| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------------|--|
| N10 G17 T5 D8 | ; Aufruf der Arbeitsebene X/Y, Werkzeugaufruf. Die Längskorrektur erfolgt in Z-Richtung. |
| N20 G1 G41 X10 Y30 Z-5 F500 | ; Die Radiuskorrektur erfolgt in der X/Y- Ebene. |
| N30 G2 X22.5 Y40 I50 J40 | ; Kreisinterpolation/Werkzeugradius-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

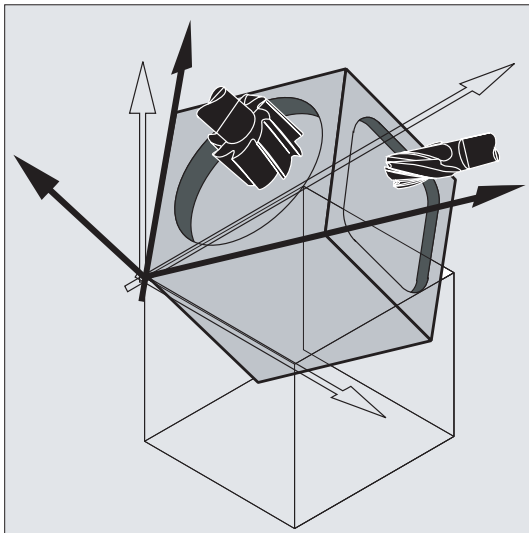
Bearbeitung in schräg liegenden Ebenen

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.

Werkzeiglängenkorrektur in schräg liegenden Ebenen

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

Fräsen:



Hinweis

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

Die Wahl der Korrekturebene erfolgt mit CUT2D, CUT2DF. Nähere Informationen hierzu und zur Beschreibung dieser Berechnungsmöglichkeit siehe Kapitel "Werkzeugradiuskorrekturen (Seite 247)".

Für die räumliche Festlegung der Arbeitsebene bietet die Steuerung sehr komfortable Möglichkeiten für Koordinatentransformationen. Mehr Informationen hierzu siehe Kapitel "Koordinatentransformationen (Frames) (Seite 303)".

9.3 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.

9.3.1 Absolutmaßangabe (G90, AC)

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

Modal wirksame Absolutmaßangabe

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

Satzweise wirksame Absolutmaßeingabe

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

Hinweis

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

Syntax

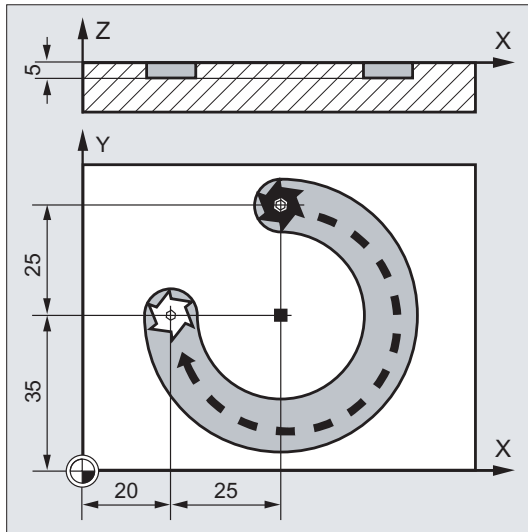
```
G90
<Achse>=AC (<Wert>)
```

Bedeutung

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

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen

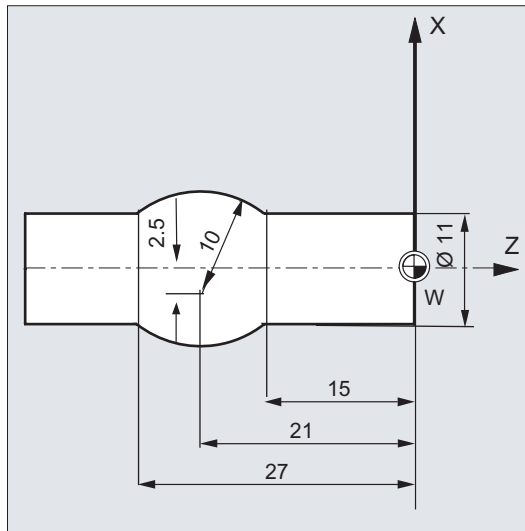


| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------------------|---|
| N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3 | ; Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf Position XYZ, Werkzeug-Anwahl, Spindel ein mit Drehrichtung rechts. |
| N20 G1 Z-5 F500 | ; Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs. |
| N30 G2 X20 Y35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

Hinweis

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

Beispiel 2: Drehen



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

Hinweis

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

Siehe auch

Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91) (Seite 151)

9.3.2 Kettenmaßangabe (G91, IC)

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

Modal wirksame Kettenmaßangabe

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

Satzweise wirksame Kettenmaßangabe

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

Hinweis

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

Syntax

G91
 <Achse>=IC (<Wert>)

Bedeutung

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

G91-Erweiterung

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

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

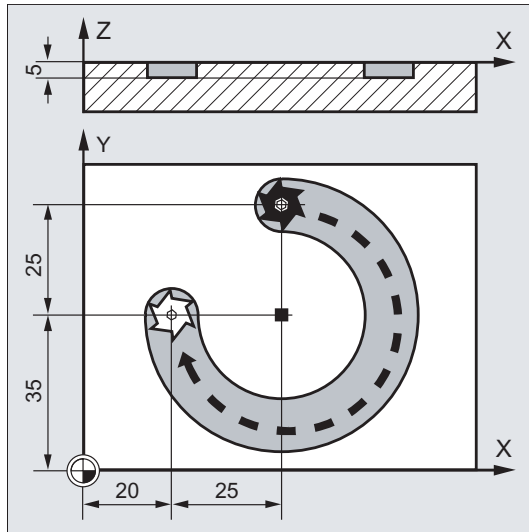
SD42440 \$SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG (Nullpunktverschiebungen in Frames)

SD42442 \$SC_TOOL_OFFSET_INCR_PROG (Werkzeuglängenkorrekturen)

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

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen

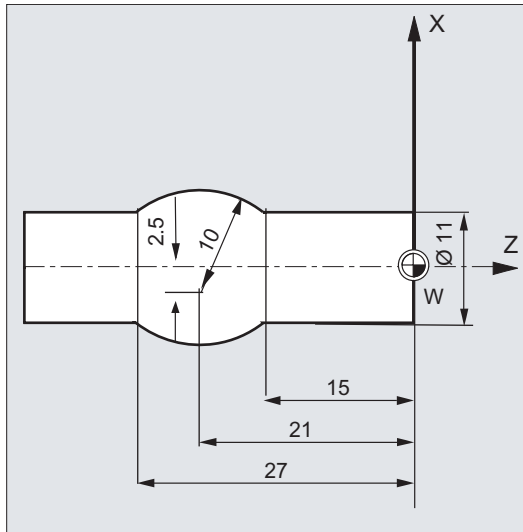


| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------------------|---|
| N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3 | ; Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf Position XYZ, Werkzeug-Anwahl, Spindel ein mit Drehrichtung rechts. |
| N20 G1 Z-5 F500 | ; Geradeninterpolation, Zustellen des Werkzeugs. |
| N30 G2 X20 Y35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

Hinweis

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

Beispiel 2: Drehen



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

Hinweis

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

Beispiel 3: Kettenmaßangabe ohne Herausfahren der aktiven Nullpunktverschiebung

Einstellungen:

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

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

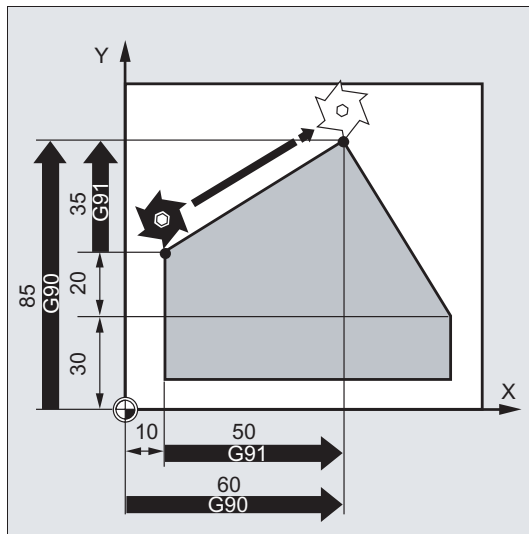
Siehe auch

Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91) (Seite 151)

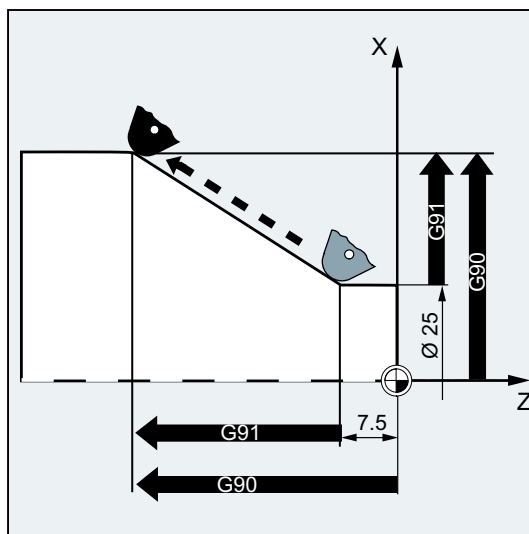
9.3.3 Absolut- und Kettenmaßangabe beim Drehen und Fräsen (G90/G91)

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

Fräsen:



Drehen:



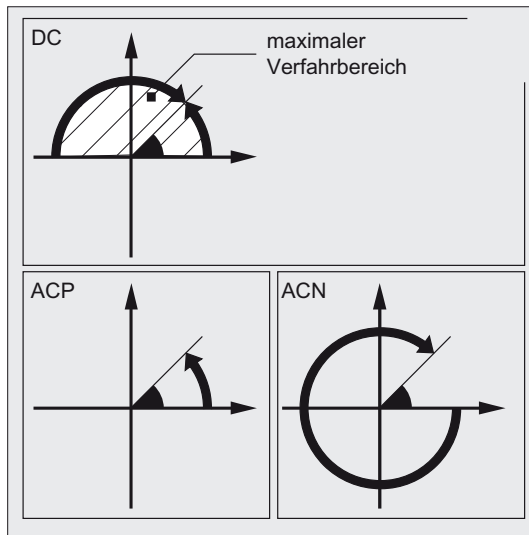
Hinweis

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

9.3.4 Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN)

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 Rundachseposition im Absolutmaß | |
| | Wertebereich: | 0 - 360 Grad |

Hinweis

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

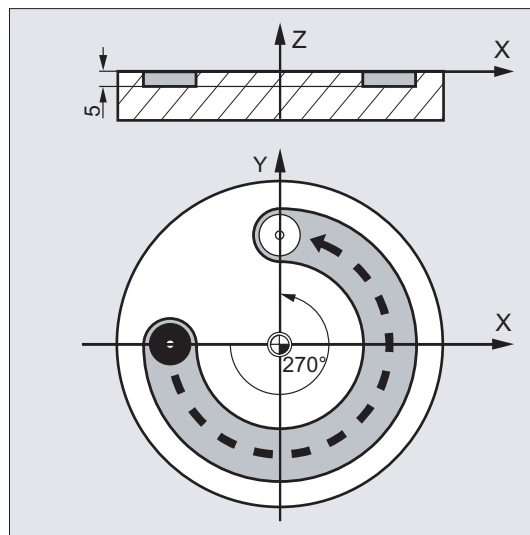
Hinweis

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. |

9.3 Maßangaben

| Programmcode | Kommentar |
|-----------------|---|
| 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)

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

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

Syntax

G70 / G71

G700 / G710

Bedeutung

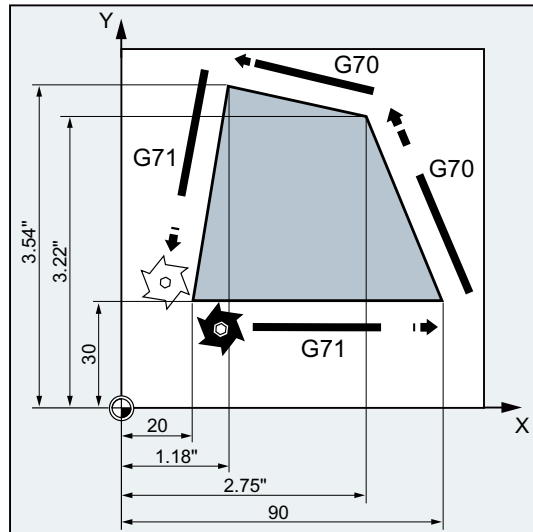
| | |
|-------|---|
| G70: | <p>Einschalten des Inch-Maßsystems</p> <p>Längenbehaftete geometrischen Daten werden im Inch-Maßsystem gelesen und geschrieben.</p> <p>Längenbehaftete technologische Daten, wie z. B. Vorschübe, Werkzeugkorrekturen oder einstellbare Nullpunktverschiebungen sowie Maschinendaten und Systemvariablen, werden im parametrisierten Grundsystem (MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) gelesen und geschrieben.</p> |
| G71: | <p>Einschalten des metrischen Maßsystems</p> <p>Längenbehaftete geometrischen Daten werden im metrischen Maßsystem gelesen und geschrieben.</p> <p>Längenbehaftete technologische Daten, wie z. B. Vorschübe, Werkzeugkorrekturen oder einstellbare Nullpunktverschiebungen sowie Maschinendaten und Systemvariablen, werden im parametrisierten Grundsystem (MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) gelesen und geschrieben.</p> |
| G700: | <p>Einschalten des Inch-Maßsystems</p> <p>Alle längenbehafteten geometrischen und technologische Daten (siehe oben) werden im Inch-Maßsystem gelesen und geschrieben.</p> |
| G710: | <p>Einschalten des metrischen Maßsystems</p> <p>Alle längenbehafteten geometrischen und technologische Daten (siehe oben) werden im metrischen Maßsystem gelesen und geschrieben.</p> |

Beispiel

Wechsel zwischen Inch-Maßangabe und metrischer Maßangabe

Das parametrisierte 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 **längenbehafete Positionsdaten** in der Synchronaktion immer im **parametrierten Grundsystem** gelesen.

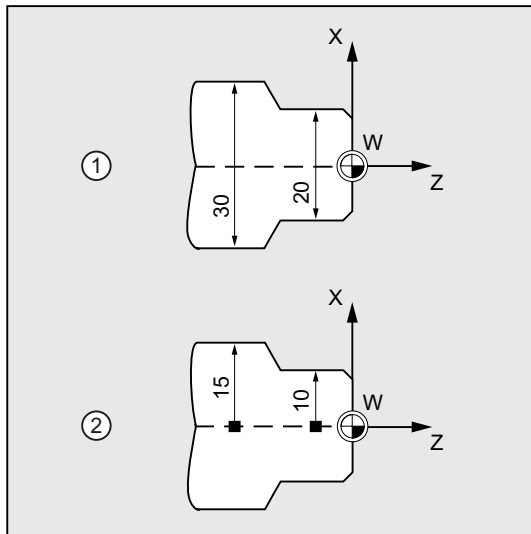
Literatur

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

9.3.6

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

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. |
| 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]

9.3.7

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

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. |

| | | |
|--|--|--|
| <p><Achse>:</p> | <p>Achsbezeichner der Achse, für die die achsspezifische Durchmesser-Programmierung aktiviert werden soll</p> <p>Zugelassene Achsbezeichner sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geometrie-/Kanalachsname oder • Maschinenachsname | |
| | <p>Wertebereich:</p> | <p>Die angegebene Achse muss eine im Kanal bekannte Achse sein.</p> <p>Sonstige Bedingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Achse muss über MD30460 \$MA_BASE_FUNCTION_MASK für die achsspezifische Durchmesser-Programmierung zugelassen sein. • Rundachsen sind als Planachsen nicht zugelassen. |
| <p>Übernahme der kanalspezifischen Durchmesser-/Radius-Programmierung</p> | | |
| <p>DIAMCHANA:</p> | <p>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.</p> | |
| <p>DIAMCHAN:</p> | <p>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.</p> | |
| <p>Satzweise wirksame achsspezifische Durchmesser-/Radius-Programmierung</p> <p>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.</p> | | |
| <p>DAC:</p> | <p>Mit dem Befehl DAC ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam:</p> <p>Durchmesser im Absolutmaß</p> | |
| <p>DIC:</p> | <p>Mit dem Befehl DIC ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam:</p> <p>Durchmesser im Kettenmaß</p> | |
| <p>RAC:</p> | <p>Mit dem Befehl RAC ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam:</p> <p>Radius im Absolutmaß</p> | |
| <p>RIC:</p> | <p>Mit dem Befehl RIC ist für die angegebene Achse folgende Maßangabe satzweise wirksam:</p> <p>Radius im Kettenmaß</p> | |

Hinweis

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

Hinweis

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

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

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

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

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

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

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

Weitere Informationen

Durchmesserwerte (DIAMONA/DIAM90A)

Die Durchmesserwerte gelten für folgende Daten:

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

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

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

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

9.4 Lage des Werkstücks beim Drehen

Achsbezeichnungen

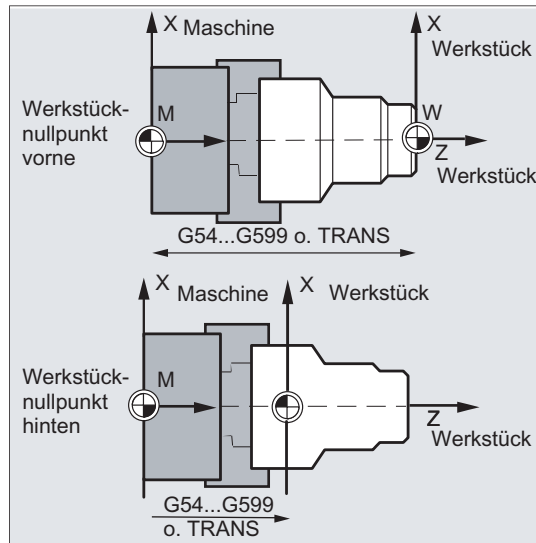
Die beiden aufeinander senkrecht stehenden Geometrieachsen werden üblicherweise bezeichnet als:

| | |
|-------------------|----------------------|
| 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.

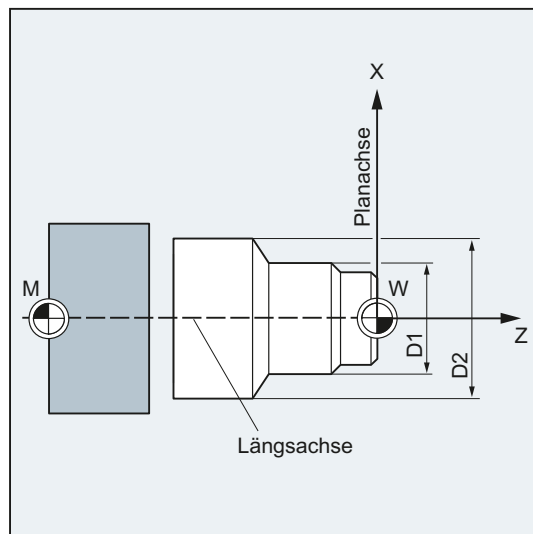
Sowohl Maschinen- als auch Werkstück-Nullpunkt liegen auf Drehmitte. Die einstellbare Verschiebung in der X-Achse ergibt sich damit zu Null.



| | |
|----------------------------|--|
| 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

10.1 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 verfahrenen 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:

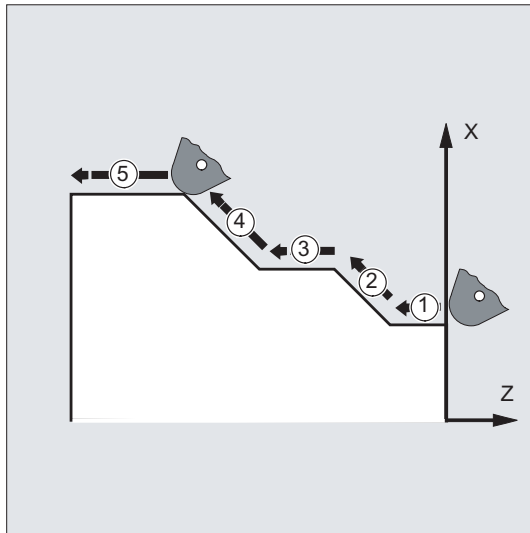


Bild 10-1 Bewegungssätze beim Drehen

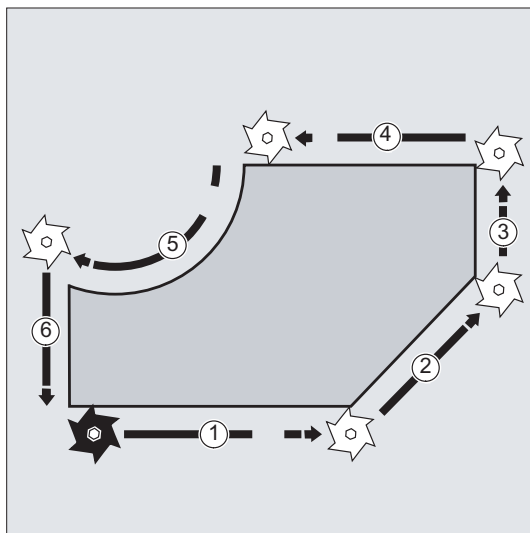


Bild 10-2 Bewegungssätze beim Fräsen

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

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... ...
```

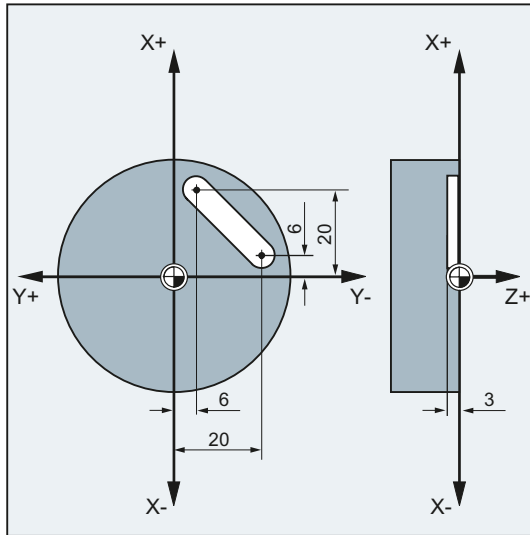
Bedeutung

| | |
|-------|---|
| 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 180)").

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 |

10.3 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten

10.3.1 Bezugspunkt der Polarkoordinaten (G110, G111, G112)

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 angefahrne 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: $\pm 0 \dots 360^\circ$ |
| | RP=...: | Polarradius Die Angabe erfolgt immer in absoluten positiven Werten in [mm] oder [inch]. |

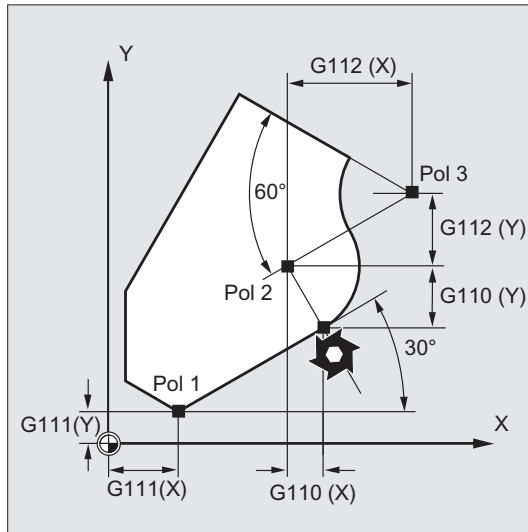
Hinweis

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

Hinweis

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

Beispiel

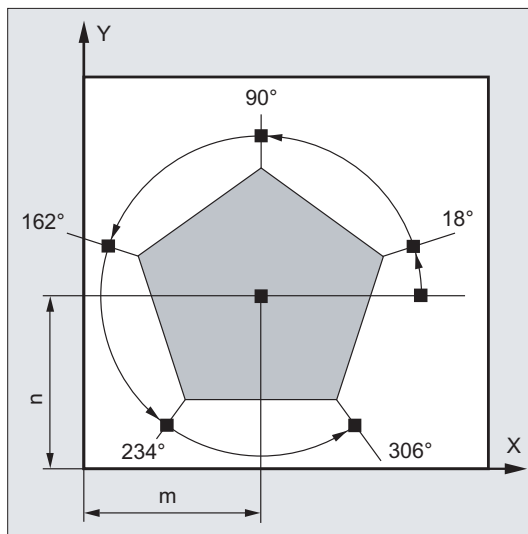


Die Pole 1 bis 3 werden wie folgt definiert:

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

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

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: | $\pm 0 \dots 360^\circ$ |
| | 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. | |

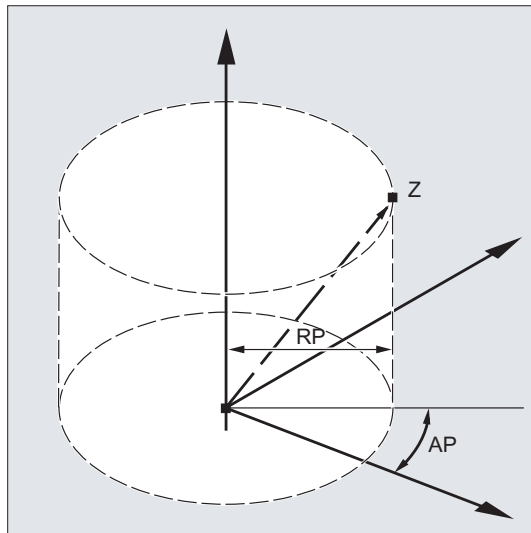
Hinweis

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

Hinweis

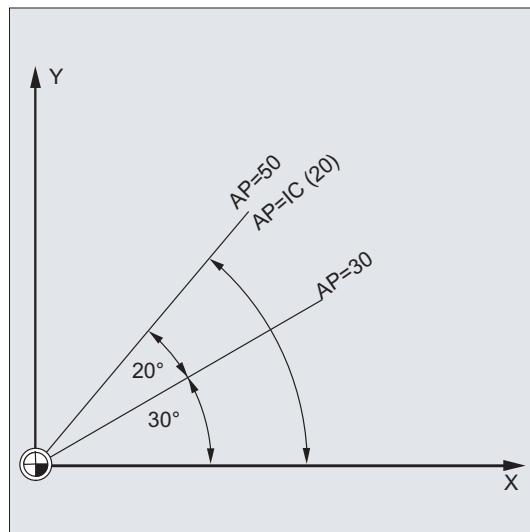
Die senkrecht zur Arbeitsebene stehende 3. Geometrieachse kann zusätzlich als kartesische Koordinate angegeben werden (siehe folgendes Bild). Damit sind räumliche Angaben in Zylinderkoordinaten programmierbar.

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



Randbedingungen

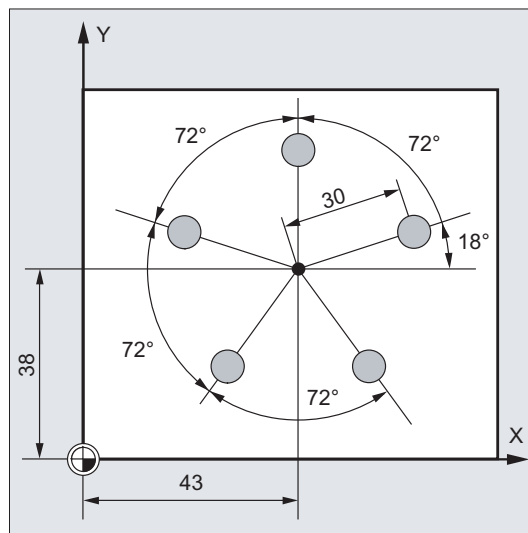
- In NC-Sätzen mit polaren Endpunktangaben dürfen für die angewählte Arbeitsebene keine kartesischen Koordinaten wie Interpolationsparameter, Achsadressen, usw. programmiert werden.
- Wenn mit G110 ... G112 kein Pol definiert wird, dann wird automatisch der Nullpunkt des aktuellen Werkstückkoordinatensystems 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 angegeben werden. |
| N60 L10 | ; Unterprogramm-Aufruf. |
| N70 AP=IC(72) | . |
| N80 L10 | ... |
| N90 AP=IC(72) | . |
| N100 L10 | ... |

10.4 Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF)

| Programmcode | Kommentar |
|----------------------------|--------------------------------------|
| N110 AP=IC(72) | |
| N120 L10 | ... |
| N130 G0 X300 Y200 Z100 M30 | ; Werkzeug freifahren, Programmende. |

Siehe auch

Kreisinterpolationsarten (G2/G3, ...) (Seite 180)

10.4 Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF)

Die Eilgangsgeschwindigkeit einer Achse ist ihre über Maschinendatum festgelegte maximal zulässige Geschwindigkeit:

- MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO (maximale Achsgeschwindigkeit)

Eilgangbewegungen werden z.B. eingesetzt zum:

- schnellen Positionieren des Werkzeugs
- Umfahren des Werkstücks
- Anfahren von Werkzeugwechsellpunkten
- Freifahren des Werkzeugs

Hinweis

Die Funktion eignet sich nicht zur Werkstückbearbeitung!

Syntax

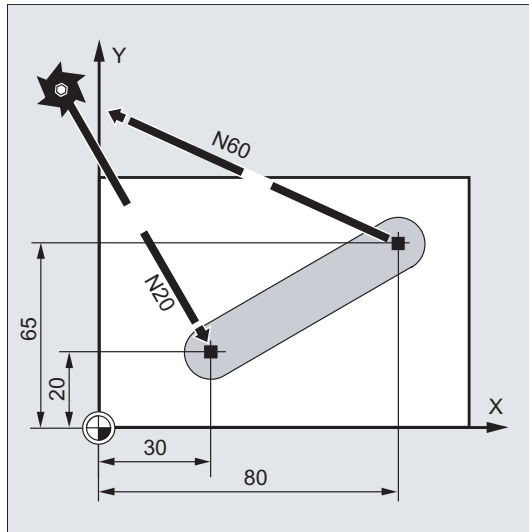
```
G0 X... Y... Z...
G0 AP=...
G0 RP=...
RTLIOF
RTLION
```

Bedeutung

| | |
|-----------------|---|
| G0: | Verfahren der Achsen mit Eilgangsgeschwindigkeit |
| | Wirksamkeit: modal |
| X... Y... Z...: | Angabe des Endpunkts in kartesischen Koordinaten |
| AP...: | Angabe des Endpunkts in Polarkoordinaten Winkel |
| RP...: | Angabe des Endpunkts in Polarkoordinaten Radius |
| RTLIOF: | Nichtlineare Interpolation der Bahnachsen ⇒ alle Bahnachsen erreichen unabhängig voneinander ihren Endpunkt |
| RTLION: | Lineare Interpolation der Bahnachsen ⇒ alle Bahnachsen erreichen gleichzeitig ihren Endpunkt |

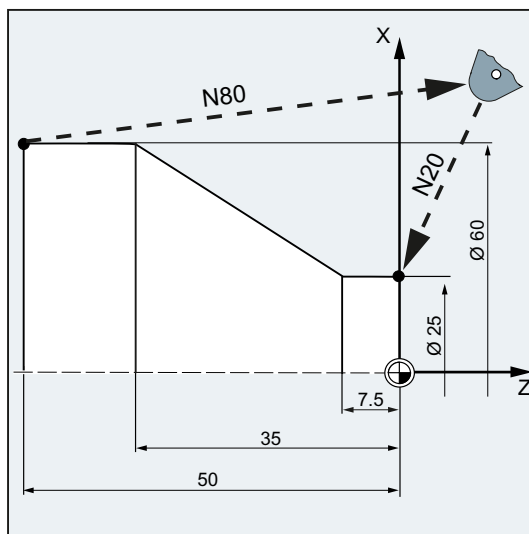
Beispiele

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

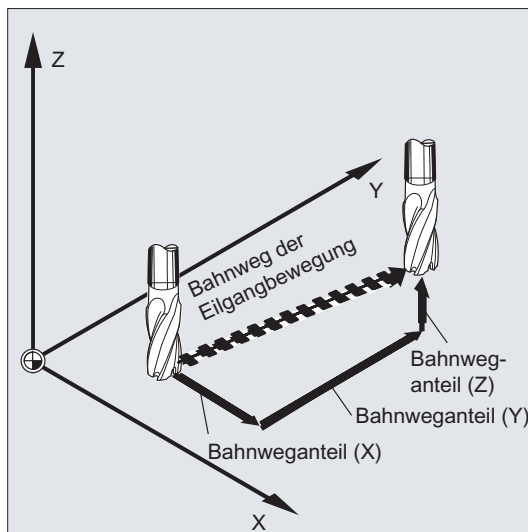


| Programmcode | Kommentar |
|---------------------|-------------------------------------|
| N10 G90 S400 M3 | ; Absolutmaßeingabe, Spindel rechts |
| N20 G0 X25 Z5 | ; Anfahren der Startposition |
| N30 G1 G94 Z0 F1000 | ; Zustellen des Werkzeugs |
| N40 G95 Z-7.5 F0.2 | |
| N50 X60 Z-35 | ; Fahren 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 (RTLION):**
Die Bahnachsen werden gemeinsam interpoliert.
- **Nichtlineare Interpolation (RTLIOF):**
Jede Bahnachse interpoliert als Einzelachse (Positionierachse) unabhängig von den anderen Achsen der Eilgangbewegung.

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

ACHTUNG

Kollisionsgefahr

Da bei nichtlinearer Interpolation normalerweise eine andere Kontur als bei linearer Interpolation abgefahren wird, werden Synchronaktionen die sich auf Bahnkoordinaten beziehen u.U. nicht aktiv.

Lineare Interpolation (G01) wird trotz programmiertem Eilgang (G0) in folgenden Fällen angewandt:

- Bei einer G-Code Kombination mit G0 die eine Positionierbewegung nicht zulässt (z. B. Werkzeugradiuskorrektur G40/G41/G42).
- Bei Verwendung von G0 zusammen mit Bahnsteuerbetrieb G64, G641, ... G645
- Bei aktivem Kompressor (COMPCAD)
- Bei aktiver 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.

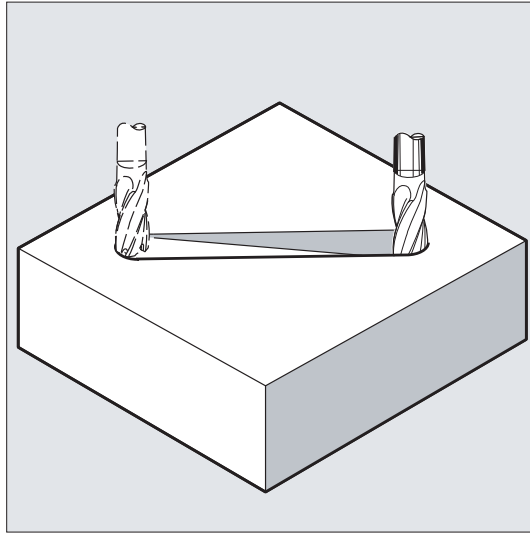
Der Satzwechsel nach Achse Z kann abhängig vom eingestellten Zeitpunkt der Bremsrampe (100-0%) von der Achse X eingeleitet werden. Während die Achse X noch fährt, startet bereits die Achse Z. Beide Achsen fahren unabhängig voneinander zu ihrem Endpunkt.

Für weiterte Informationen siehe Kapitel Vorschubregelung (Seite 99) und Spindelbewegung (Seite 81).

10.5 Geradeninterpolation (G1)

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

Fräsen:



Syntax

```
G1 X... Y... Z ... F...
G1 AP=... RP=... F...
```

Bedeutung

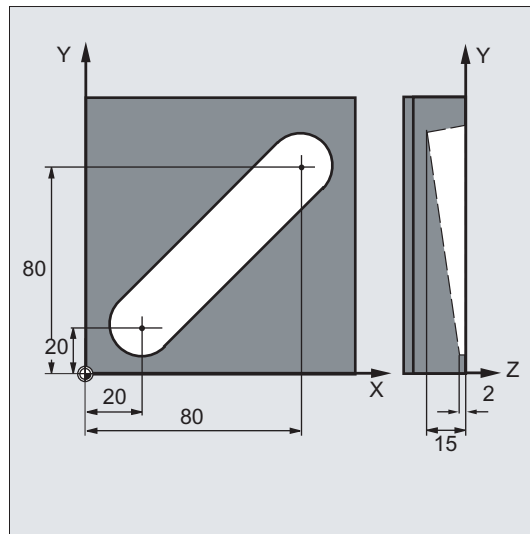
| | |
|-----------------|---|
| G1: | Geradeninterpolation (Linearinterpolation mit Vorschub) |
| X... Y... Z...: | Endpunkt in kartesischen Koordinaten |
| AP=...: | Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarwinkel |
| RP=...: | Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarradius |
| F...: | Vorschubgeschwindigkeit in mm/min. Das Werkzeug fährt mit Vorschub F auf einer Geraden vom aktuellen Startpunkt zum programmierten Zielpunkt. Den Zielpunkt geben Sie in kartesischen Koordinaten oder Polarkoordinaten ein. Auf dieser Bahn wird das Werkstück bearbeitet. Beispiel: G1 G94 X100 Y20 Z30 A40 F100 Der Endpunkt in X, Y, Z wird mit Vorschub 100 mm/min angefahren, die Rundachse A wird als Synchronachse so verfahren, dass alle vier Bewegungen zeitgleich abgeschlossen werden. |

Hinweis

G1 ist modal wirksam.

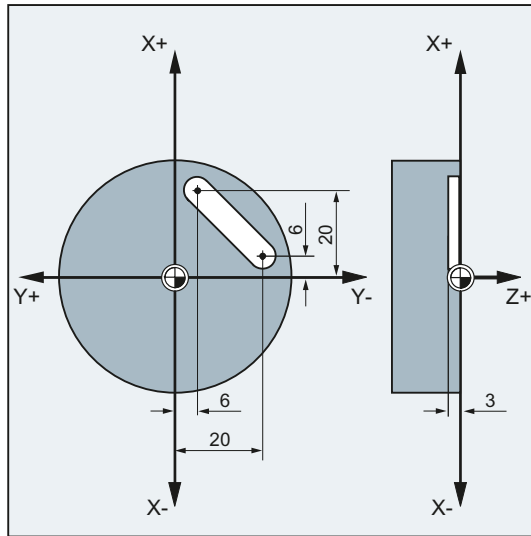
Für die Bearbeitung müssen Spindeldrehzahl S und Spindeldrehrichtung M3/M4 angegeben werden.

Mit F_{GROUP} 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 |

10.6 Kreisinterpolation**10.6.1 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

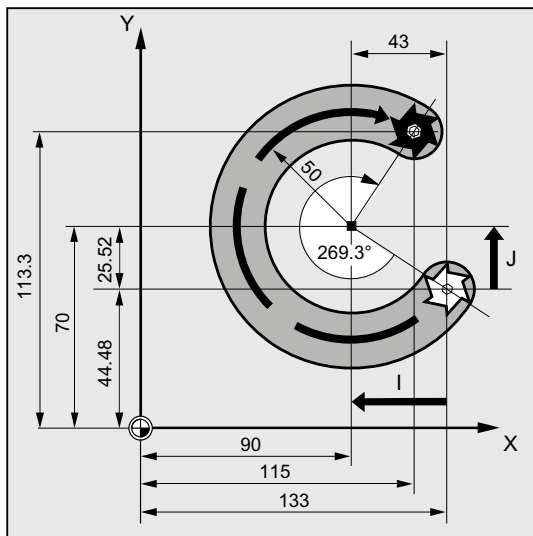
| | |
|---|--|
| G2/G3 X... Y... Z... | |
| I=AC (...) J=AC (...) K=AC (...); | Mittelpunkt und Endpunkt absolut bezogen auf den Werkstücknullpunkt |
| G2/G3 X... Y... Z... I... J... K...; | Mittelpunkt im Kettenmaß bezogen auf den Kreisanzfangspunkt |
| G2/G3 X... Y... Z... CR=...; | Kreisradius CR=..., 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

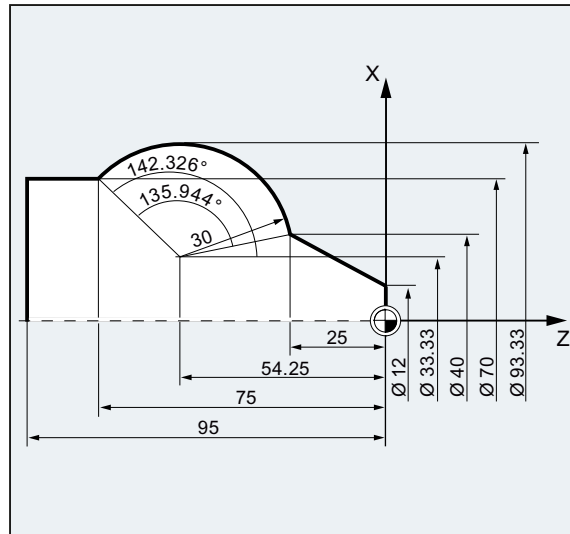
Beispiel 1: Fräsen



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 Geometriechsen |
| N40 M30 | ; Programmende |

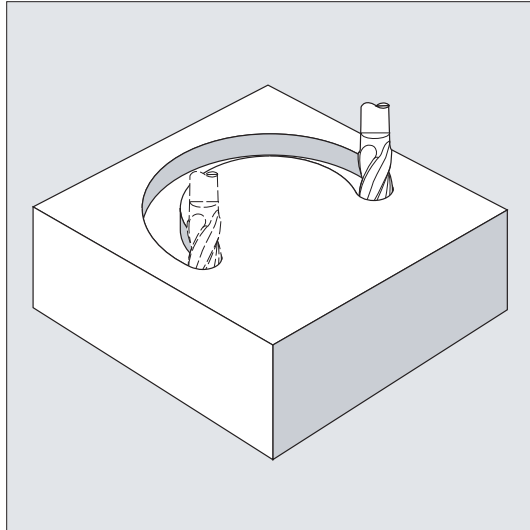
Beispiel 2: Drehen



| 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 |

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

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) |

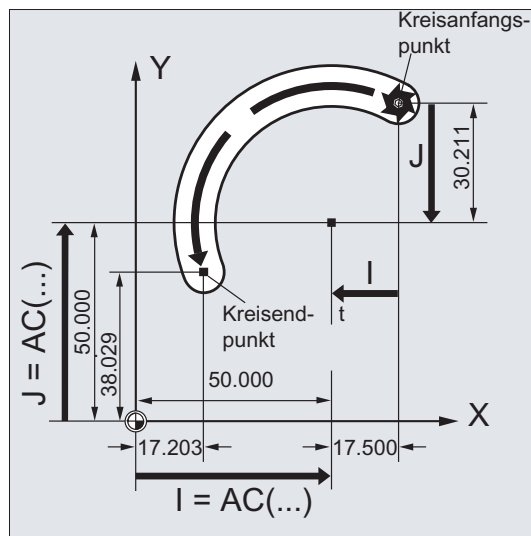
Hinweis

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 Kreisendpunkt angegeben.

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

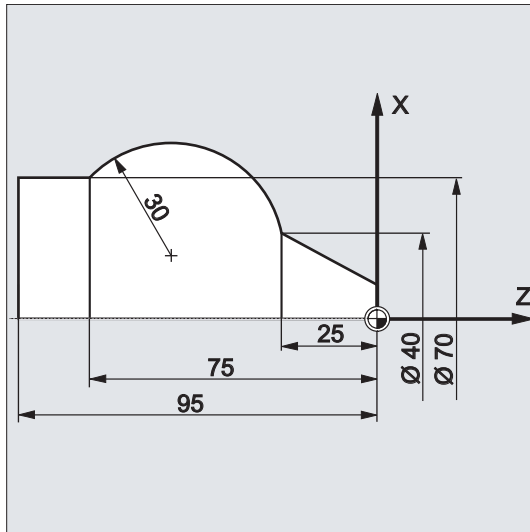
N20 G3 X17.203 Y38.029 I-17.5 J-30.211 F500

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

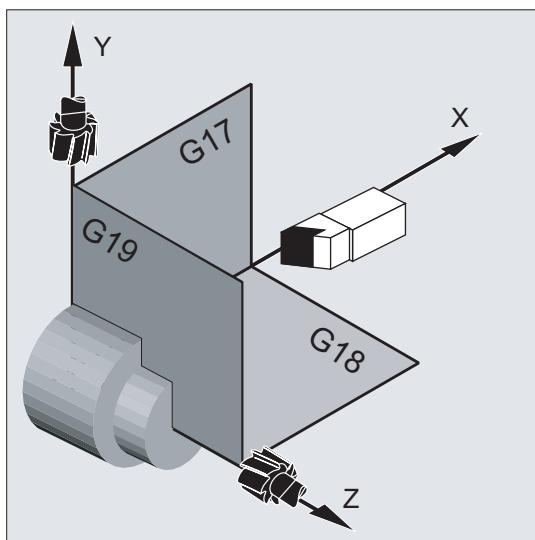
```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I-3.335 K-29.25
N135 G1 Z-95
```

Mittelpunktangabe im Absolutmaß

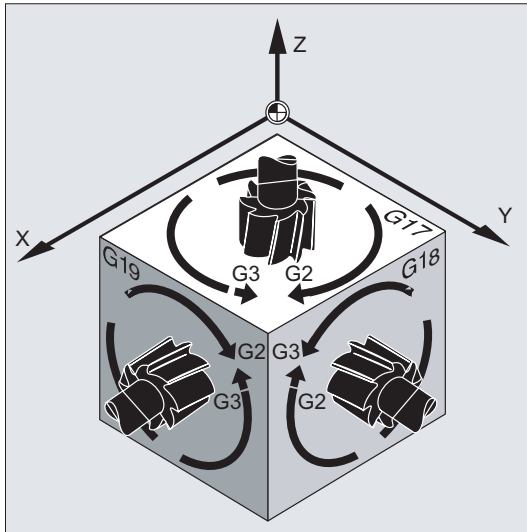
```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I=AC (33.33) K=AC (-54.25)
N135 G1 Z-95
```

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.

10.6.3 Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, X... Y... Z..., CR)

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 Verfahrenswinkel 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

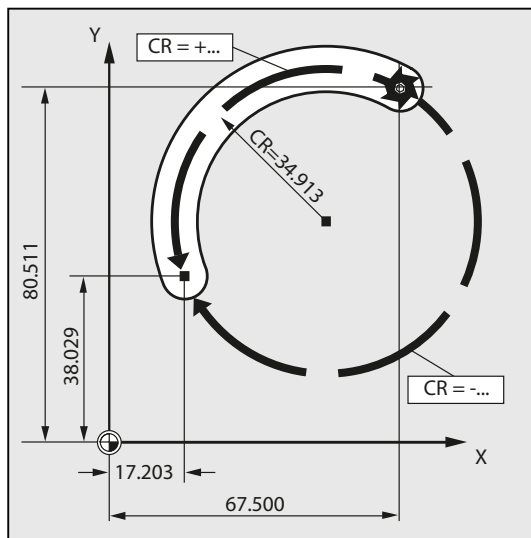
| | |
|------------------|---|
| G2: | Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn |
| G3: | Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn |
| X... Y... Z... : | Endpunkt in kartesischen Koordinaten. Diese Angaben sind abhängig von den Wegbefehlen G90/G91 bzw. ...=AC(...)/...=IC(..) |
| CR=... : | Kreisradius Dabei bedeuten: CR=+...: Winkel kleiner oder gleich 180° CR=-...: Winkel größer 180° |

Hinweis

Den Mittelpunkt müssen Sie bei dieser Vorgehensweise nicht angeben. Vollkreise (Verfahrenswinkel 360°) sind nicht mit CR=, sondern über Kreisendpunkt und Interpolationsparameter zu programmieren.

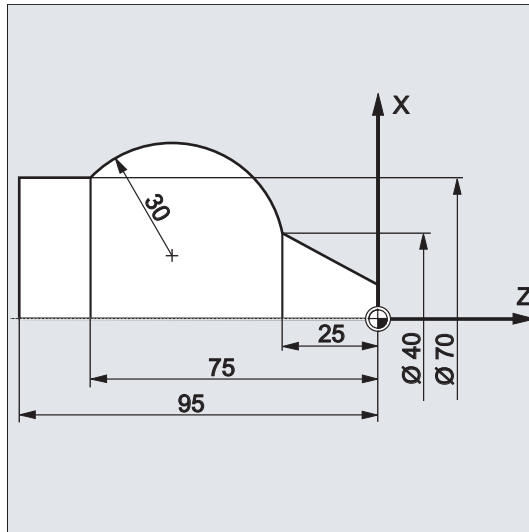
Beispiele

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
...

```

10.6.4 Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, X... Y... Z.../I... J... K..., AR)

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) |

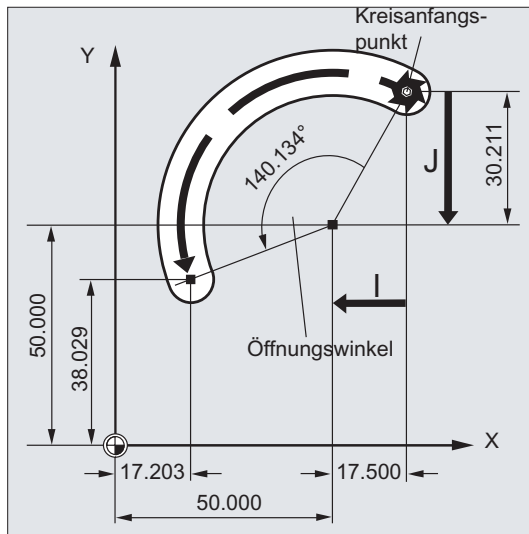
Hinweis

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 Kreisangfangspunkt 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.

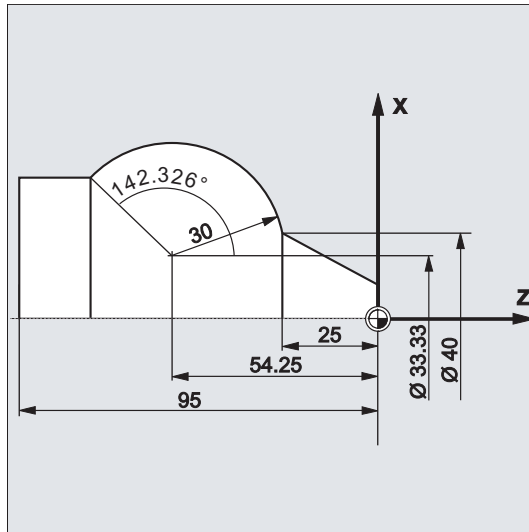
Beispiele

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

```

10.6.5 Kreisinterpolation mit Polarkoordinaten (G2/G3, AP, RP)

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=

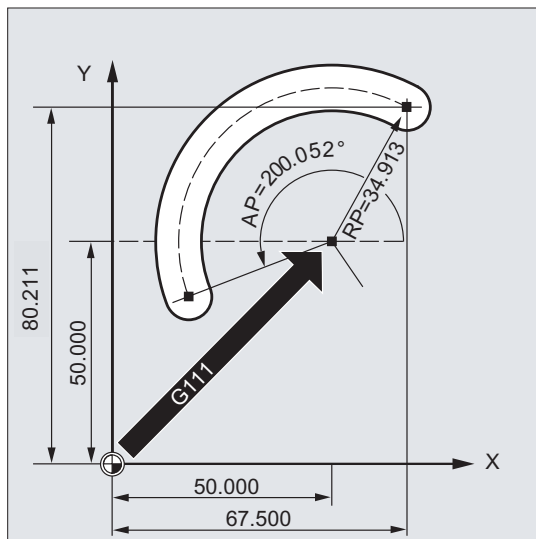
Bedeutung

| | |
|---------|--|
| 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

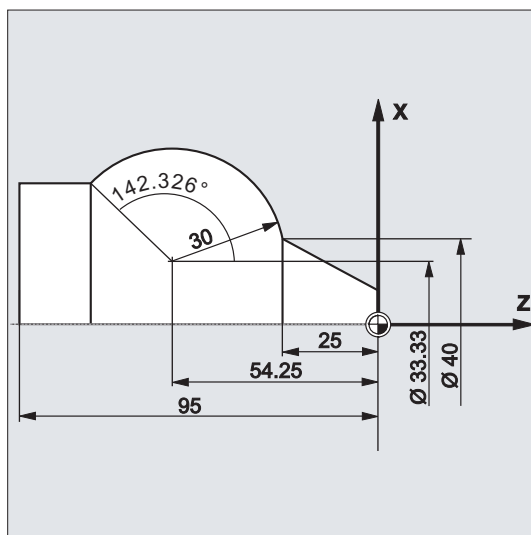


Programmcode

```

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

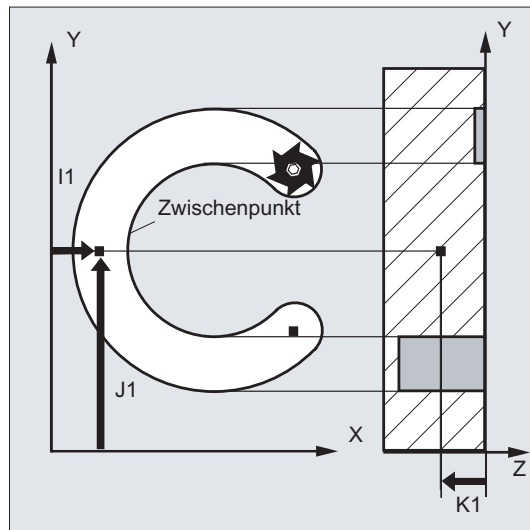
```

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

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 | |
| | Wirksamkeit: | modal |
| X Y Z : | Endpunkt in kartesischen Koordinaten. Diese Angaben sind abhängig von den Wegbefehlen G90/G91 bzw. ...=AC(...)/...=IC(..) | |

| | | |
|--------------|--|---|
| I1= J1= K1=: | Interpolationsparameter: 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) | |

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 Kreis anfangspunkt als Bezug.

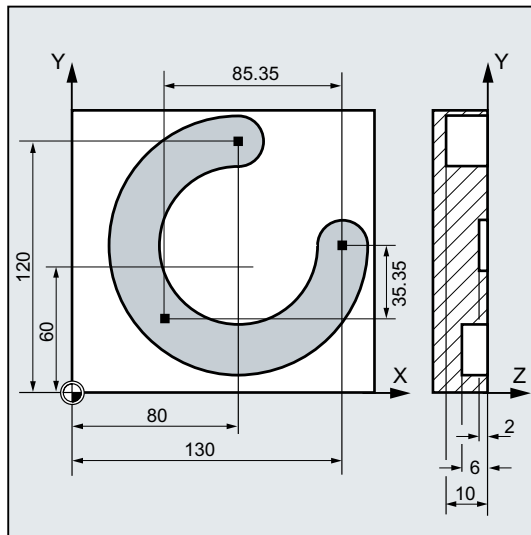
Technologie Drehen

Hinweis

Die Durchmesserprogrammierung des Interpolationsparameters für die Planachse wird bei der Kreisprogrammierung mit CIP nicht unterstützt. Der Interpolationsparameter für die Planachse ist daher im **Radius** zu programmieren.

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen

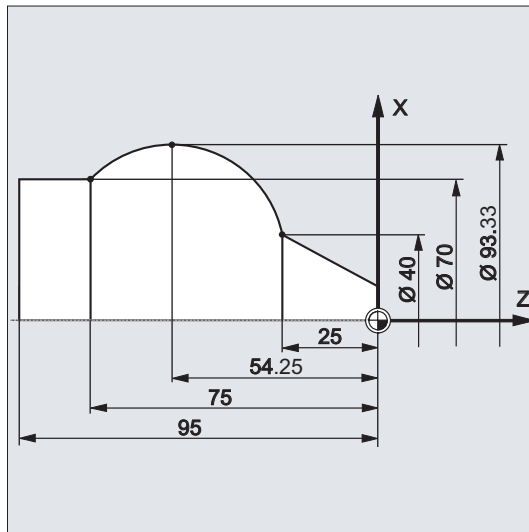


Für die Herstellung einer schräg im Raum liegenden Kreisnut wird ein Kreis über Zwischenpunktangabe mit 3 Interpolationsparametern und Endpunkt mit ebenfalls 3 Koordinaten beschrieben.

| Programmcode | Kommentar |
|--------------------------------|----------------------------|
| N10 G0 G90 X130 Y70.70 S800 M3 | ; Startpunkt anfahren. |
| N20 G17 G1 Z-2 F100 | ; Zustellen des Werkzeugs. |

| Programmcode | Kommentar |
|--|---|
| N30 CIP X80 Y120 Z-10 I1=IC(-85.35) J1=IC(-35.35) K1=-6 | ; Kreisendpunkt und Zwischenpunkt. ; Koordinaten für alle 3 Geometrieachsen. |
| N40 M30 | ; Programmende. |

Beispiel 2: Drehen



| Programmcode | Kommentar |
|--|--|
| N125 G1 X40 Z-25 F0.2 | |
| N130 CIP X70 Z-75 I1=IC(26.665) K1=IC(-29.25) | ; Interpolationsparameter I1 für Planachse muss im Radius programmiert sein. |
| bzw. | |
| N130 CIP X70 Z-75 I1=46.665 K1=-54.25 | |
| N135 G1 Z-95 | |

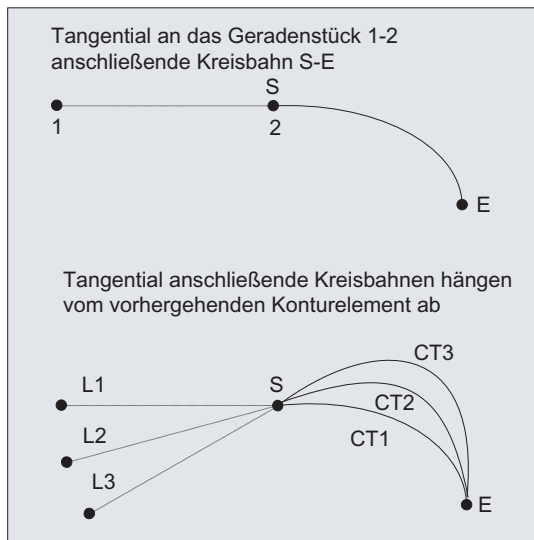
10.6.7 Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT, X... Y... Z...)

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 |

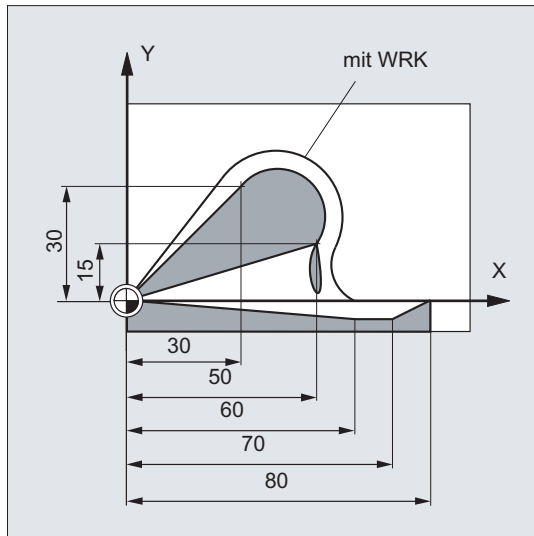
Hinweis

CT ist modal wirksam.

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

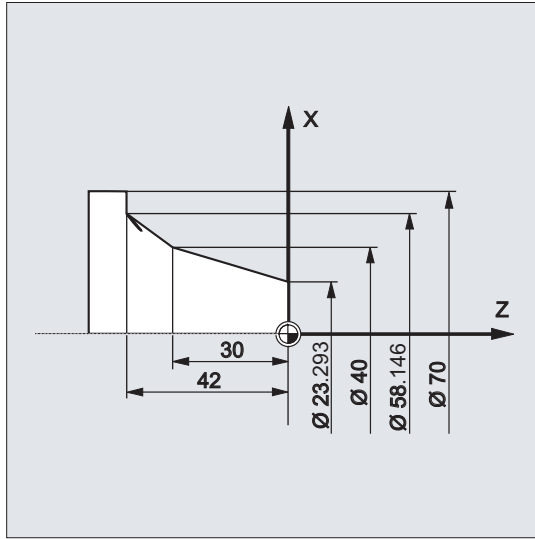
Beispiele

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

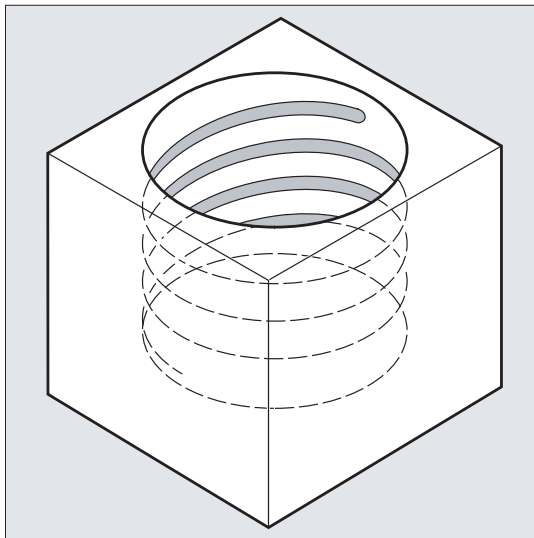
Die Lage der Kreisebene ist von der aktiven Ebene (G17-G19) abhängig.

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.

10.7 Schraubenlinien-Interpolation (G2/G3, TURN)

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

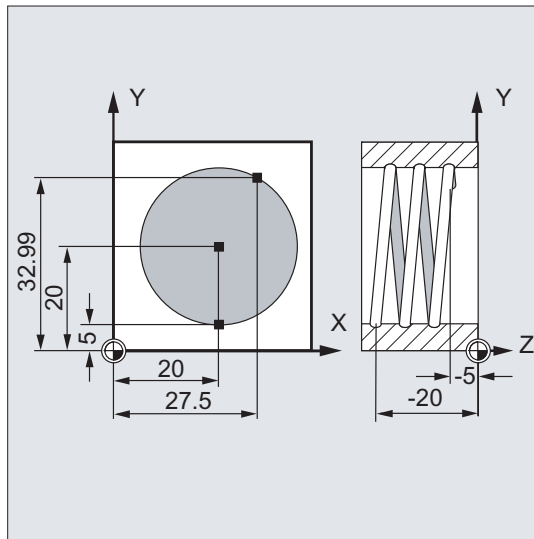
| | |
|---------|--|
| G2: | Fahren auf einer Kreisbahn im Uhrzeigersinn |
| G3: | Fahren auf einer Kreisbahn gegen den Uhrzeigersinn |
| X Y Z : | Endpunkt in kartesischen Koordinaten |
| I J K : | Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten |
| AR: | Öffnungswinkel |
| TURN= : | Anzahl der zusätzlichen 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



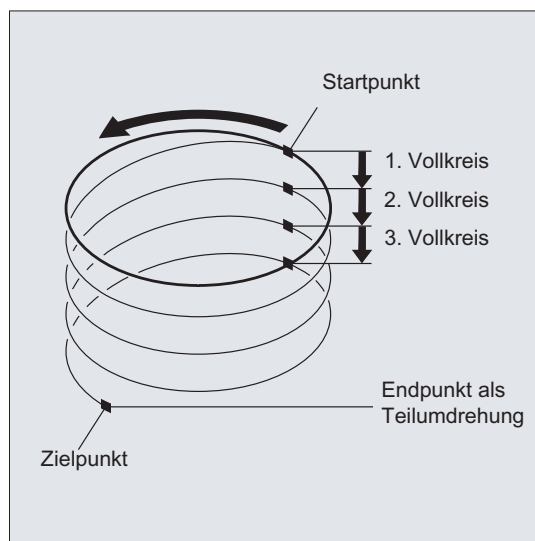
| Programmcode | Kommentar |
|---|--|
| N10 G17 G0 X27.5 Y32.99 Z3 | ; Anfahren der Startposition. |
| N20 G1 Z-5 F50 | ; Zustellen des Werkzeugs. |
| N30 G3 X20 Y5 Z-20 I=AC(20) J=AC(20) TURN=2 | ; Schraubenlinie mit den Angaben: Ab Startposition 2 Vollkreise ausführen, dann Endpunkt anfahren. |
| N40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

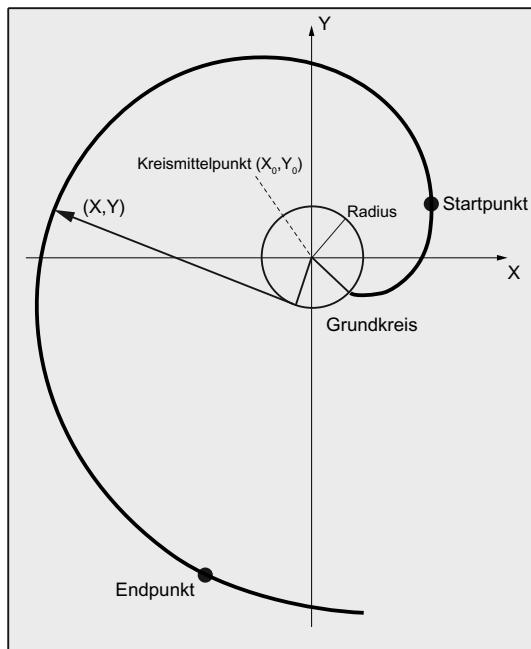
Programmierter Vorschub

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.

10.8 Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW)

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. |

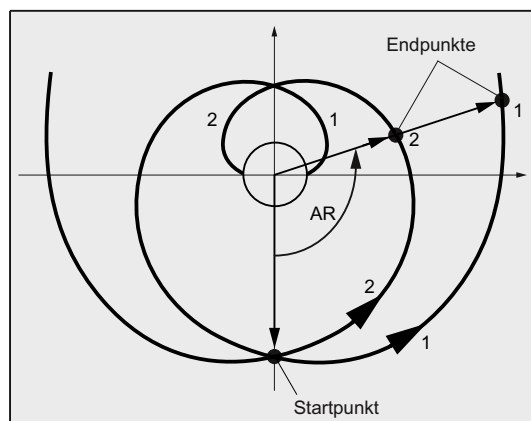
Indirekte Programmierung des Endpunkts durch Angabe eines Öffnungswinkels

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:

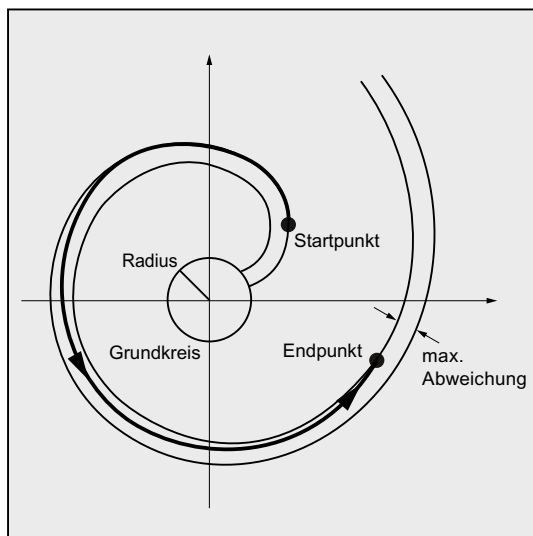


Für Evolvente 1 und 2 stimmen die Angaben von Radius und Mittelpunkt des Grundkreises, sowie des Startpunkts und des Drehsinns (INVCCW / INVCW) überein. Der einzige Unterschied besteht im Vorzeichen des Öffnungswinkels:

- 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.

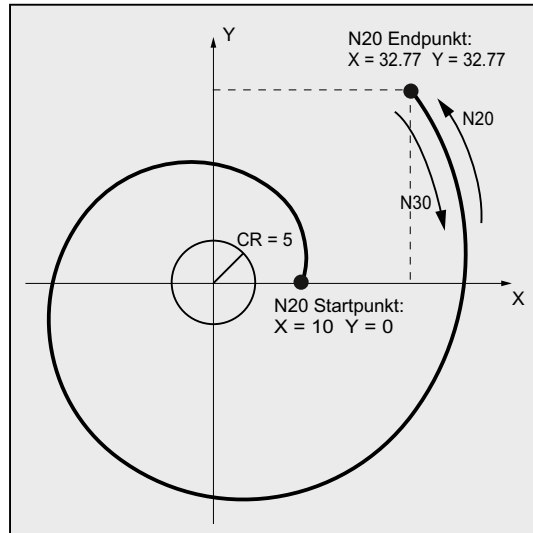
Randbedingungen

- 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**

```

N10 G1 X10 Y0 F5000
N15 G17

N20 INVCCW X32.77 Y32.77 CR=5 I-10 J0

N30 INVCW X10 Y0 CR=5 I-32.77 J-32.77

```

...

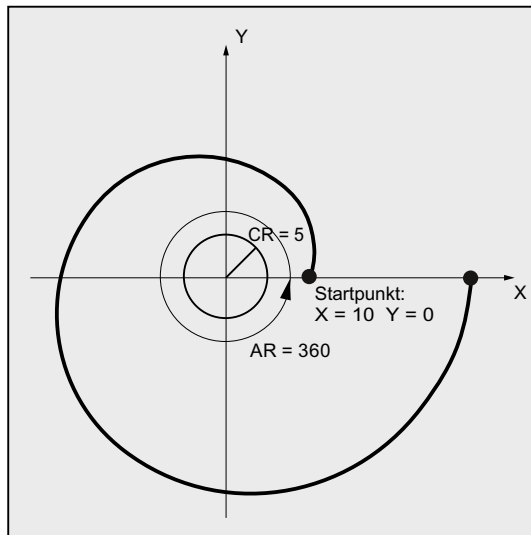
Kommentar

```

; Anfahren der Startposition.
; Anwahl der X/Y-Ebene als Arbeits-
; ebene.
; Evolvente gegen den Uhrzeiger-
; sinn, Endpunkt in kartesischen Ko-
; ordinaten.
; Evolvente im Uhrzeigersinn,
; Startpunkt ist Endpunkt aus N20,
; neuer Endpunkt ist Startpunkt aus
; N20, neuer Kreismittelpunkt be-
; zieht sich auf neuen Startpunkt und
; ist gleich dem alten Kreismittel-
; punkt.

```

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"

10.9 Konturzüge

10.9.1 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.

10.9.2 Konturzüge: Eine Gerade

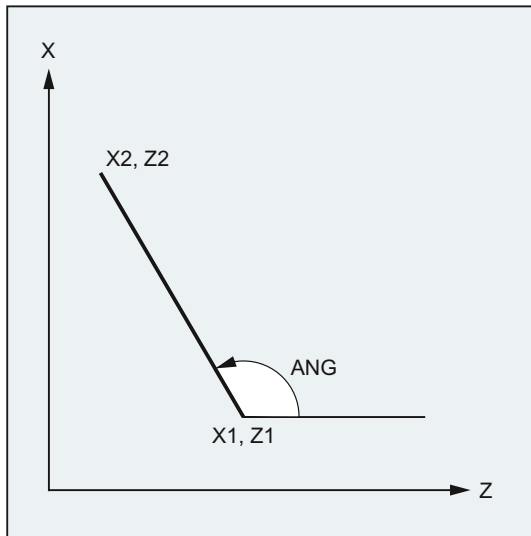
Hinweis

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)
-

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 ... | |

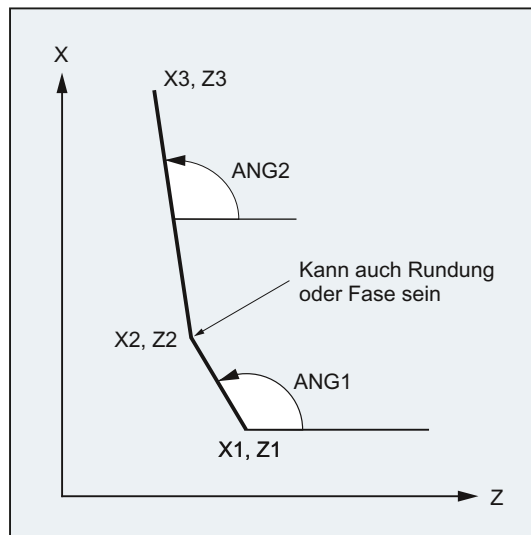
10.9.3 Konturzüge: Zwei Geraden

Hinweis

In der folgenden Beschreibung wird von davon ausgegangen, dass:

- G18 aktiv ist (\Rightarrow aktive Arbeitsebene ist die Z/X-Ebene).
(Die Programmierung von Konturzügen ist jedoch ohne Einschränkungen auch bei G17 oder G19 möglich.)
- für Winkel, Radius und Fase folgende Bezeichner definiert sind:
 - ANG (Winkel)
 - RND (Radius)
 - CHR (Fase)

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: Anfangskordinaten der ersten Geraden
- X2, Z2: Endpunktkordinaten der ersten Geraden bzw. Anfangskordinaten der zweiten Geraden
- X3, Z3: Endpunktkordinaten der zweiten Geraden

Syntax

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=...
```

Programmierung des Endpunkts der ersten Geraden durch Angabe der Koordinaten

- Ecke als Übergang zwischen den Geraden:

```
X... Z...  
X... Z...
```

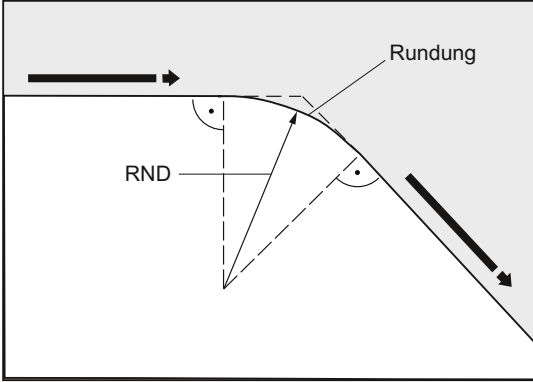
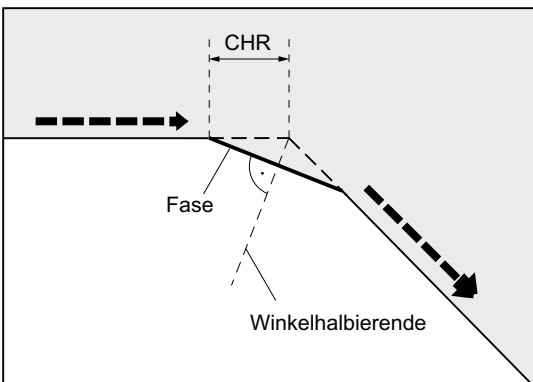
- Rundung als Übergang zwischen den Geraden:

```
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 240) ".

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. |

| Programmcode | Kommentar |
|--------------|-----------|
| N40 ... | |

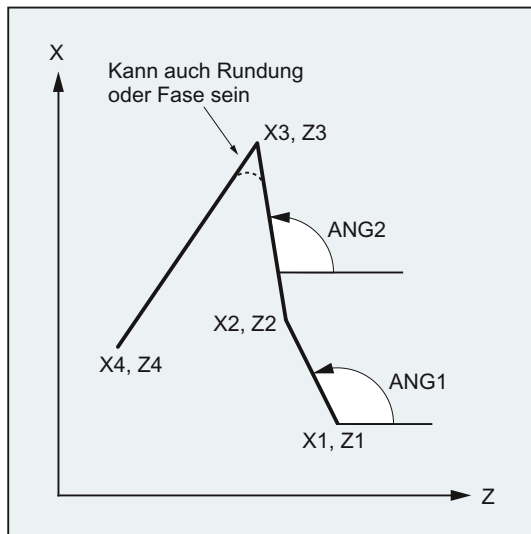
10.9.4 Konturzüge: Drei Geraden

Hinweis

In der folgenden Beschreibung wird von davon ausgegangen, dass:

- G18 aktiv ist (\Rightarrow aktive Arbeitsebene ist die Z/X-Ebene).
(Die Programmierung von Konturzügen ist jedoch ohne Einschränkungen auch bei G17 oder G19 möglich.)
- für Winkel, Radius und Fase folgende Bezeichner definiert sind:
 - ANG (Winkel)
 - RND (Radius)
 - CHR (Fase)

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.



- 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

Hinweis

Die hier für einen 3-Punkt-Konturzug erläuterte Programmierung kann für Konturzüge mit mehr als drei Punkten beliebig fortgesetzt werden.

Syntax

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...
```

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:

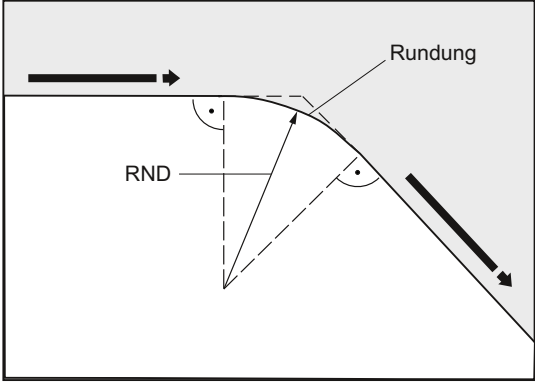
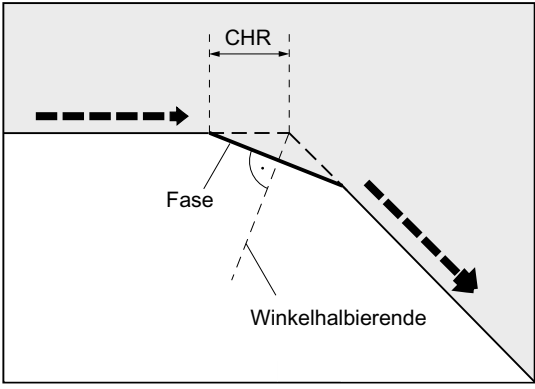
```
X... Z... RND=...  
X... Z... RND=...  
X... Z...
```

- Fase als Übergang zwischen den Geraden:

```
X... Z... CHR=...  
X... Z... CHR=...
```

X... Z...

Bedeutung

| | |
|---------------------|---|
| <p>ANG= . . . :</p> | <p>Bezeichner zur Winkel-Programmierung Der angegebene Wert (Winkel) bezieht sich auf die Abszisse der aktiven Arbeitsebene (Z-Achse bei G18).</p> |
| <p>RND= . . . :</p> | <p>Bezeichner zur Programmierung einer Rundung Der angegebene Wert entspricht dem Radius der Rundung:</p>  |
| <p>CHR= . . . :</p> | <p>Bezeichner zur Programmierung einer Fase Der angegebene Wert entspricht der Breite der Fase in der Bewegungsrichtung:</p>  |
| <p>X . . . :</p> | <p>Koordinaten in X-Richtung</p> |
| <p>Z . . . :</p> | <p>Koordinaten in Z-Richtung</p> |

Hinweis

Weiterführende Informationen zur Programmierung einer Fase oder Rundung siehe " Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Seite 240) ".

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. Rundungs- angabe |
| N40 X70 Z50 | ; Gerade auf Endpunkt |

10.9.5 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

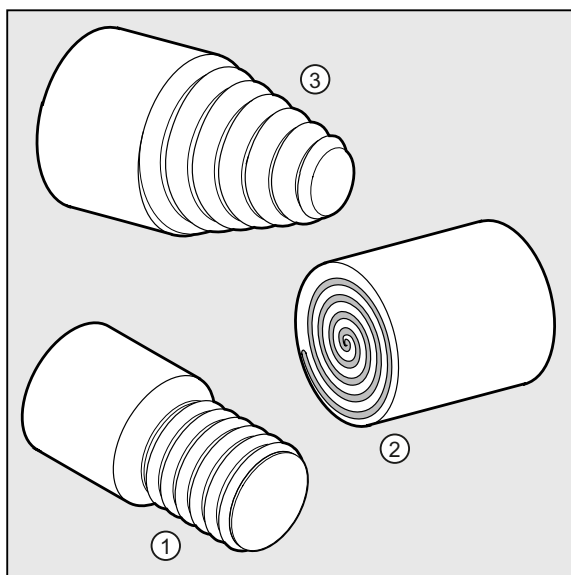
- Ist **keine Achse** der aktiven Ebene programmiert, so handelt es sich entweder um den ersten oder um den zweiten Satz eines Konturzugs, der aus zwei Sätzen besteht. Ist es der zweite Satz eines solchen Konturzugs, so bedeutet das, dass Start- und Endpunkt in der aktiven Ebene identisch sind. Der Konturzug 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.

10.10 Gewindeschneiden**10.10.1 Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF)**

Mit G33 lassen sich Gewinde mit konstanter Steigung fertigen:

- Zylindergewinde ①
- Plangewinde ②
- Kegengewinde ③

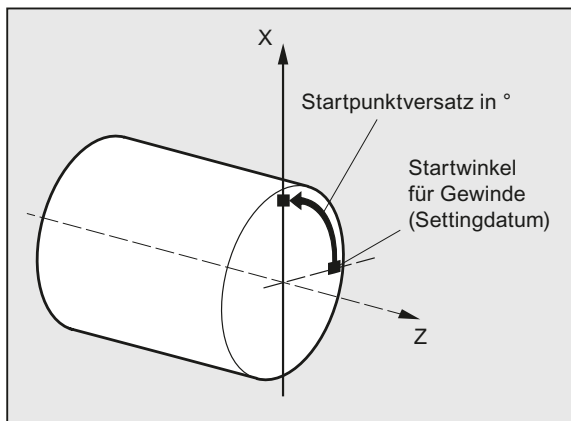


Hinweis

Technische Voraussetzung für das Gewindeschneiden mit G33 ist eine drehzahlregelte 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.

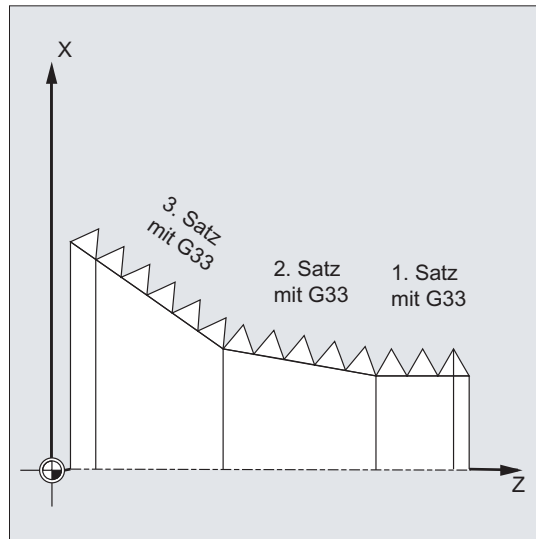


Hinweis

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...

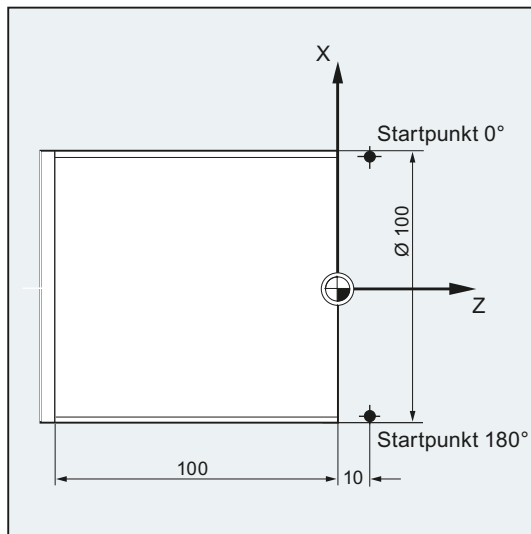
G33 X... Z... I... SF=...

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 Kegeltgewinde 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

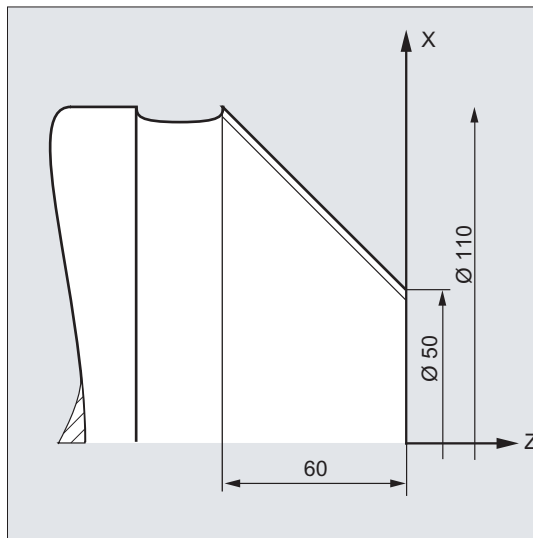
Beispiel 1: Zweigängiges Zylindergewinde mit Startpunktversatz 180°



| Programmcode | Kommentar |
|---------------------------------|--|
| N10 G1 G54 X99 Z10 S500 F100 M3 | ; Nullpunktverschiebung, Startpunkt anfahren, Spindel einschalten. |

| Programmcode | Kommentar |
|-------------------------|--------------------------------------|
| N20 G33 Z-100 K4 | ; Zylindergewinde: Endpunkt in Z |
| N30 G0 X102 | ; Rückzug auf Startposition. |
| N40 G0 Z10 | |
| N50 G1 X99 | |
| N60 G33 Z-100 K4 SF=180 | ; 2. Schnitt: Startpunktversatz 180° |
| N70 G0 X110 | ; Werkzeug wegfahren. |
| N80 G0 Z10 | |
| N90 M30 | ; Programmende. |

Beispiel 2: Kegeltgewinde mit Winkel kleiner 45°

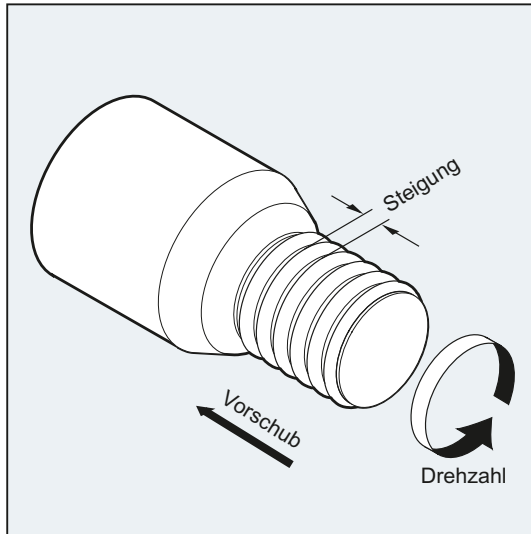


| Programmcode | Kommentar |
|----------------------------|--|
| N10 G1 X50 Z0 S500 F100 M3 | ; Startpunkt anfahren, Spindel einschalten. |
| N20 G33 X110 Z-60 K4 | ; Kegeltgewinde: Endpunkt in X und Z, Angabe der Gewindesteigung mit K... in Z-Richtung (da Kegeltwinkel < 45°). |
| N30 G0 Z0 M30 | ; Wegfahren,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



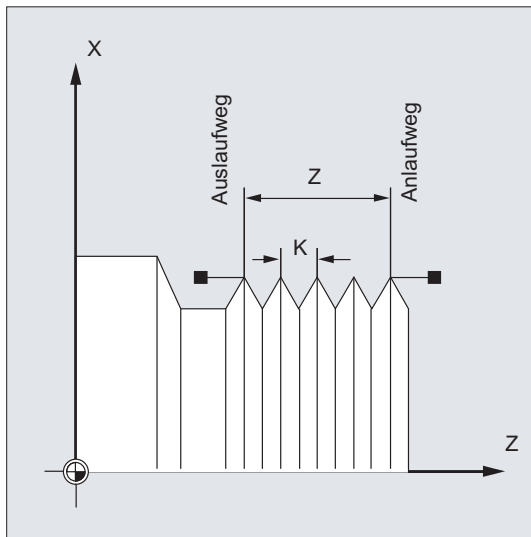
Zylindergewinde

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.

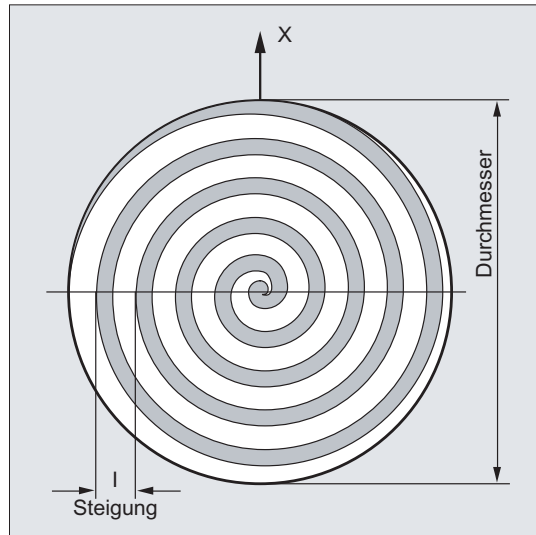
Die Gewindesteigung wird unter den Adressen I, J, K eingegeben (bei Drehmaschinen vorzugsweise mit K).



Plangewinde

Das Plangewinde wird beschrieben durch:

- Gewindedurchmesser (vorzugsweise in X-Richtung)
- Gewindesteigung (vorzugsweise mit \mathbb{I})



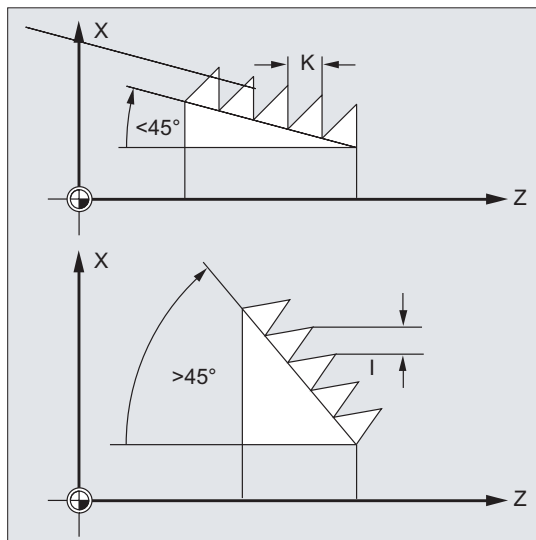
Kegelgewinde

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.

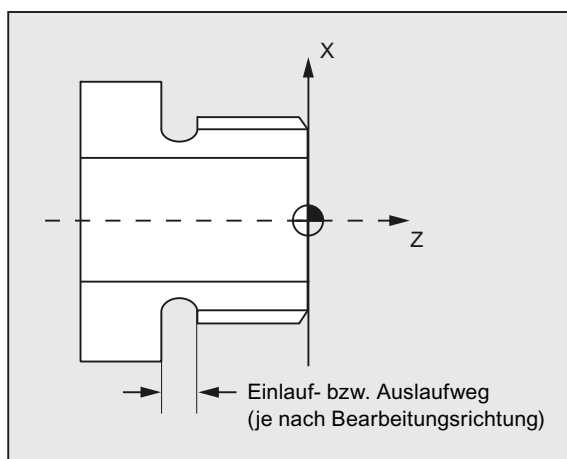
Die Angabe für die Steigung richtet sich nach dem Kegelwinkel (Winkel zwischen Längsachse und Kegelmantel):



10.10.2 Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE)

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 Gewindegang 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).

10.10.3 Gewindeschneiden mit zu- oder abnehmender Steigung (G34, G35)

Mit den Befehlen G34 und G35 wurde die G33-Funktionalität um die Möglichkeit erweitert, unter der Adresse F zusätzlich eine Änderung der Gewindesteigung zu programmieren. Im Falle von G34 führt das zu einer linearen Zunahme, im Falle von G35 zu einer linearen Abnahme der Gewindesteigung. Die Befehle G34 und G35 können damit zur Herstellung von selbstscherenden Gewinden eingesetzt werden.

Syntax

Zylindergewinde mit zunehmender Steigung:

G34 Z... K... F... .

Zylindergewinde mit abnehmender Steigung:

G35 Z... K... F... .

Plangewinde mit zunehmender Steigung:

G34 X... I... F... .

Plangewinde mit abnehmender Steigung:

G35 X... I... F... .

Kegelgewinde mit zunehmender Steigung:

G34 X... Z... K... F... .

G34 X... Z... I... F... .

Kegelgewinde mit abnehmender Steigung:

G35 X... Z... K... F... .

G35 X... Z... I... F... .

Bedeutung

| | |
|------|--|
| G34: | Befehl zum Gewindeschneiden mit linear zunehmender Steigung |
| G35: | Befehl zum Gewindeschneiden mit linear abnehmender Steigung |

| | | | | | | | |
|------------------|--|---------|---|---------|--|---------|-------------------|
| X... Y... Z... : | Endpunkt(e) in kartesischen Koordinaten | | | | | | |
| I... : | Gewindesteigung in X-Richtung | | | | | | |
| J... : | Gewindesteigung in Y-Richtung | | | | | | |
| K... : | Gewindesteigung in Z-Richtung | | | | | | |
| F... : | <p>Gewindesteigungsänderung</p> <p>Ist die Anfangs- und Endsteigung eines Gewindes bekannt, dann kann die zu programmierende Gewindesteigungsänderung nach folgender Gleichung berechnet werden:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $F = \frac{k_e^2 - k_a^2}{2 * l_G} \text{ [mm/U}^2\text{]}$ </div> <p>Dabei bedeuten:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">k_e:</td> <td>Gewindeendsteigung (Gewindesteigung der Achszielpunktcoordinate) [mm/U]</td> </tr> <tr> <td>k_a:</td> <td>Gewindeanfangssteigung (unter I, J oder K programmiert) [mm/U]</td> </tr> <tr> <td>l_G:</td> <td>Gewindelänge [mm]</td> </tr> </table> | k_e : | Gewindeendsteigung (Gewindesteigung der Achszielpunktcoordinate) [mm/U] | k_a : | Gewindeanfangssteigung (unter I, J oder K programmiert) [mm/U] | l_G : | Gewindelänge [mm] |
| k_e : | Gewindeendsteigung (Gewindesteigung der Achszielpunktcoordinate) [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/U ² Steigung am Satzende: 50mm/U |
| N1612 G33 Z-240 K50 | ; Gewindegang ohne Ruck fahren. |
| N1613 G0 X218 | |
| N1614 G0 Z40 | |
| N1615 M17 | |

Literatur

Funktionshandbuch Grundfunktionen; Vorschübe (V1), Kapitel: "Linear progressive/degressive Gewindesteigungsänderung bei G34 und G35"

10.10.4 Schnelrückzug während Gewindeschneiden (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN)

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

- NC-Stop über NC/PLC-Nahtstellensignal: DB21, ... DBX7.3 (NC-Stop)
- Alarmer, 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 Schnelrückzug während des Gewindeschneidens aus:

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

Gewindebohren

Die Funktion "Schnelrückzug" ist beim **Gewindebohren** (G331 / G332) **nicht** anwendbar.

Syntax

Schnelrückzug freigeben, Rückzugsbewegung über Rückzugweg und Rückzugsrichtung:

```
G33 ... LFON DILF=<Wert> LFTXT/LFWP ALF=<Wert>
```

Schnelrückzug freigeben, Rückzugsbewegung über Rückzugsposition:

```
POLF[<Achsebezeichner>]=<Wert> LFPOS
POLFMASK/POLFMLIN(<Achse1>,<Achse2>,...)
G33 ... LFON
```

Schnelrückzug während Gewindeschneiden sperren:

```
LFOF
```

Bedeutung

| | |
|---------|--|
| LFON: | Schnelrückzug während Gewindeschneiden (G33) freigeben |
| LFOF: | Schnelrückzug 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= : | <p>In der Ebene der Rückzugsbewegung wird mit ALF die Richtung in diskreten Schritten von Grad programmiert.</p> <p>Bei LFTXT ist für ALF=1 der Rückzug in Werkzeugrichtung festgelegt.</p> <p>Bei LFWP ergibt sich die Richtung in der Arbeitsebene nach folgender Zuordnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Literatur: Zu den Programmiermöglichkeiten mit ALF siehe auch Kapitel "Verfahrrichtung beim Schnellabheben von der Kontur" im Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung.</p> | |
| LFPOS: | Rückzug der mit POLFMASK oder POLFMLIN bekannt gemachten Achse auf die mit POLF programmierte absolute Achsposition | |
| POLFMASK: | Freigabe der Achsen (<Achsnam1>, <Achsnam1>, ...) für den unabhängigen Rückzug auf Absolutposition | |
| POLFMLIN: | <p>Freigabe der Achsen für den Rückzug auf Absolutposition im linearen Zusammenhang</p> <p>Hinweis: Der lineare Zusammenhang kann je nach dynamischen Verhalten aller beteiligten Achsen bis zum Erreichen der Abhebeposition nicht immer hergestellt werden.</p> | |
| POLF []: | Absolute Rückzugsposition für die im Index angegebene Geometrieachse bzw. Maschinenachse festlegen | |
| | Wirksamkeit: | modal |
| | =<Wert>: | <p>Bei Geometrieachsen wird der zugewiesene Wert als Position im Werkstückkoordinatensystem (WKS) interpretiert, bei Maschinenachsen als Position im Maschinenkoordinatensystem (MKS).</p> <p>Die Wertzuweisung ist auch als Kettenmaßangabe programmierbar:</p> <p>=IC<Wert></p> |
| <Achsbezeichner>: | Bezeichner einer Geometrie- oder Maschinenachse | |

Hinweis

LFOF 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: Schnelrückzug 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 | ; Schnelrückzug 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: Schnelrückzug vor Gewindebohren ausschalten

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

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 | |

10.10.5 Ballige Gewinde (G335, G336)

Mit den G-Funktionen G335 und G336 besteht die Möglichkeit, ballige (= von der zylindrischen Form abweichende) Gewinde zu drehen. Anwendung ist die Bearbeitung extrem großer Bauteile, die durch ihr Eigengewicht in der Maschine durchhängen. Achsparallele Gewinde würden dazu führen, dass der Gewindegang in der Mitte des Bauteils zu gering ist. Mit den balligen Gewinden kann dies ausgeglichen werden.

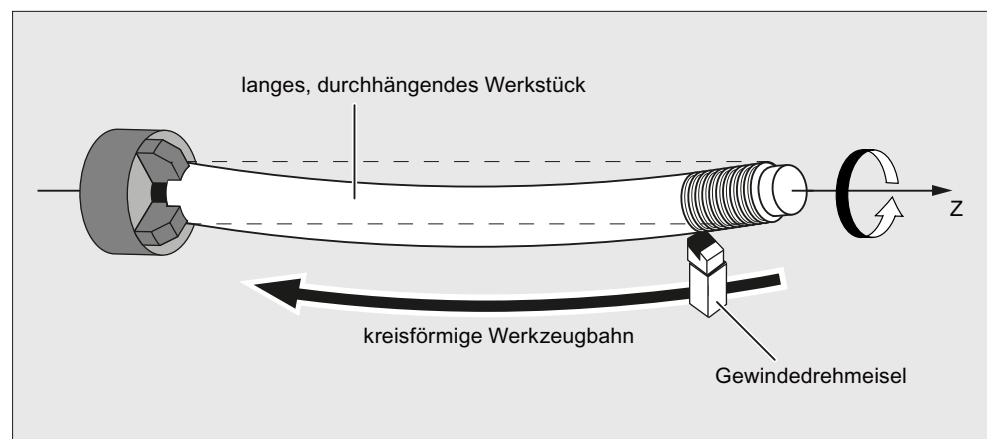


Bild 10-3 Drehen eines balligen Gewindes

Programmierung

Das Drehen balliger Gewinde wird mit G335 oder G336 programmiert:

| | |
|-------|---|
| G335: | Drehen eines balligen Gewindes auf einer im Uhrzeigersinn verlaufenden kreisförmigen Werkzeugbahn |
| G336: | Drehen eines balligen Gewindes auf einer gegen den Uhrzeigersinn verlaufenden kreisförmigen Werkzeugbahn |

Die Programmierung erfolgt zunächst wie bei einem linearen Gewinde über die Angabe der axialen Satzendpunkte und der Steigung über die Parameter I, J, und K (siehe "Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF) (Seite 215)").

Zusätzlich wird noch ein Kreisbogen mit angegeben. Dieser kann wie bei G2/G3 über die Mittelpunkt-, Radius-, Öffnungswinkel- oder Zwischenpunktangabe programmiert werden (siehe "Kreisinterpolation (Seite 180)"). Bei Programmierung des balligen Gewindes mit Mittelpunktprogrammierung ist dabei Folgendes zu beachten: Da I, J, und K bei Gewindeschneiden für die Steigung benutzt werden, müssen die Kreisparameter bei Mittelpunktprogrammierung mit IR=... , JR=... und KR=... programmiert werden.

| | |
|---------|---|
| IR=...: | Kartesische Koordinate für den Kreismittelpunkt in X-Richtung |
| JR=...: | Kartesische Koordinate für den Kreismittelpunkt in Y-Richtung |
| KR=...: | Kartesische Koordinate für den Kreismittelpunkt in Z-Richtung |

Hinweis

IR, JR und KR sind die Standardwerte der über Maschinendatum (MD10651 \$MN_IPO_PARAM_THREAD_NAME_TAB) einstellbaren Namen der Interpolationsparameter für ballige Gewinde.

Abweichungen von diesen Standardwerten sind den Angaben des Maschinenherstellers zu entnehmen!

Optional kann noch ein Startpunktversatz SF mit angegeben werden (siehe "Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33, SF) (Seite 215)").

Syntax

Die Syntax zur Programmierung eines balligen Gewindes hat also folgende allgemeine Form:
 G335/G336 <Achsziehpunktcoordinate(n)> <Steigung> <Kreisbogen>
 [<Startpunktversatz>]

Beispiele

Beispiel 1: Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit End- und Mittelpunktprogrammierung

| Programmcode | Kommentar |
|--|---|
| N5 G0 G18 X50 Z50 | ; Anfangspunkt anfahren. |
| N10 G335 Z100 K=3.5 KR=25 IR=-20 SF=90 | ; Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn drehen. |

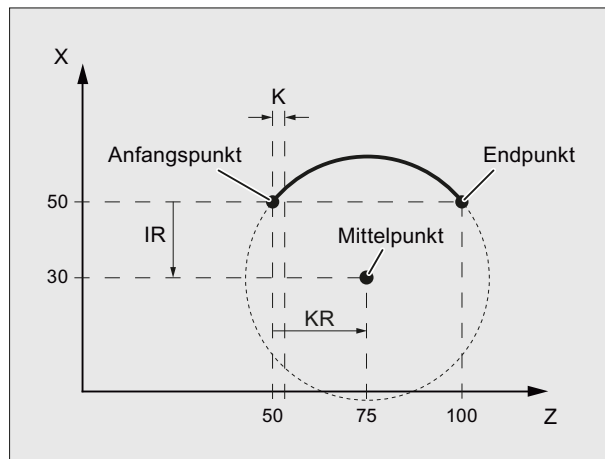


Bild 10-4 Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit End- und Mittelpunktprogrammierung

Beispiel 2: Balliges Gewinde gegen den Uhrzeigersinn mit End- und Mittelpunktprogrammierung

| Programmcode | Kommentar |
|---------------------------------------|--|
| N5 G0 G18 X50 Z50 | ; Anfangspunkt anfahren. |
| N10 G336 Z100 K=3.5 KR=25 IR=20 SF=90 | ; Balliges Gewinde gegen den Uhrzeigersinn drehen. |

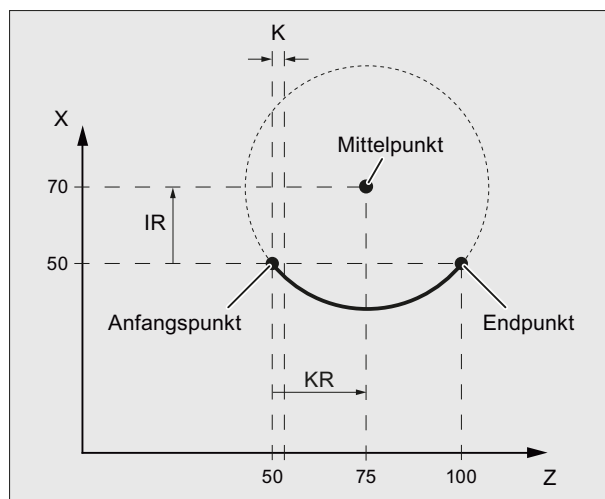


Bild 10-5 Balliges Gewinde gegen den Uhrzeigersinn mit End- und Mittelpunktprogrammierung

Beispiel 3: Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit Endpunkt- und Radiusprogrammierung

| Programmcode |
|---------------------------------|
| N5 G0 G18 X50 Z50 |
| N10 G335 Z100 K=3.5 CR=32 SF=90 |

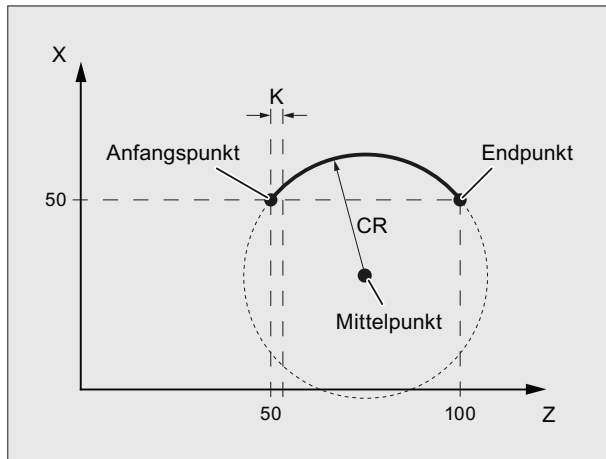


Bild 10-6 Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit Endpunkt- und Radiusprogrammierung

Beispiel 4: Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit Endpunkt- und Öffnungswinkelprogrammierung

Programmcode

```
N5 G0 G18 X50 Z50
N10 G335 Z100 K=3.5 AR=102.75 SF=90
```

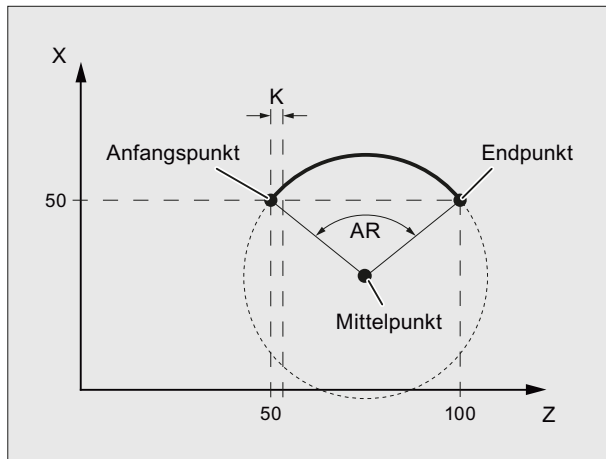


Bild 10-7 Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit Endpunkt- und Öffnungswinkelprogrammierung

Beispiel 5: Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit Mittelpunkt- und Öffnungswinkelprogrammierung

Programmcode

```
N5 G0 G18 X50 Z50
N10 G335 K=3.5 KR=25 IR=-20 AR=102.75 SF=90
```

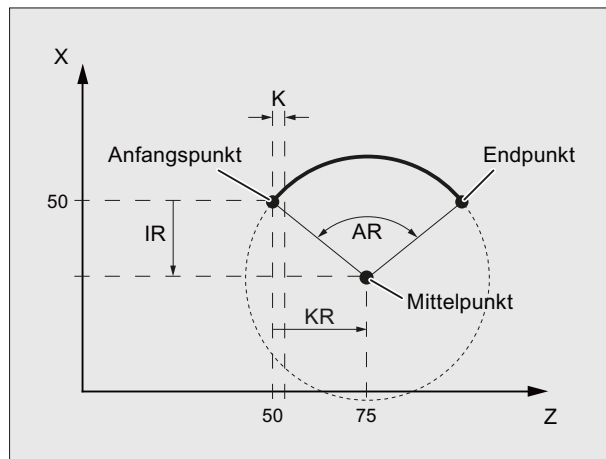



Bild 10-8 Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit Mittelpunkt- und Öffnungswinkelprogrammierung

Beispiel 6: Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit End- und Zwischenpunktprogrammierung**Programmcode**

```
N5 G0 G18 X50 Z50
```

```
N10 G335 Z100 K=3.5 I1=60 K1=64
```

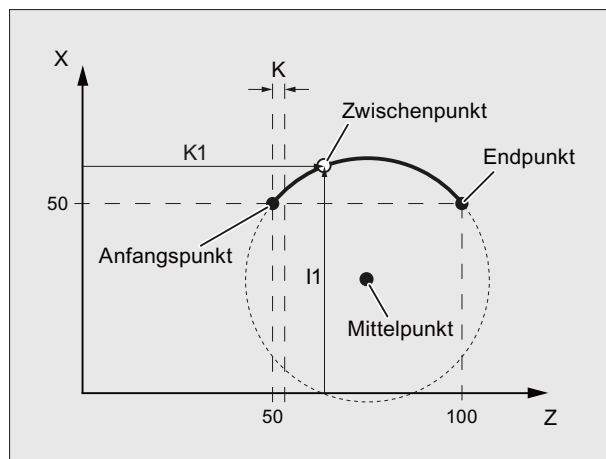
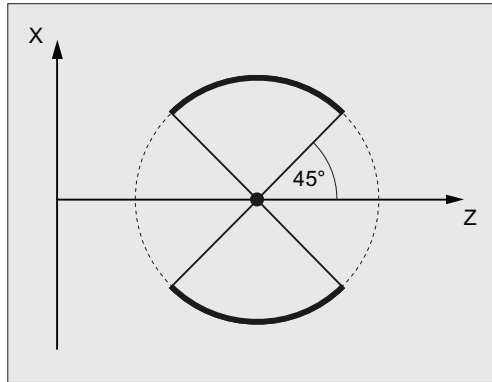


Bild 10-9 Balliges Gewinde im Uhrzeigersinn mit End- und Zwischenpunktprogrammierung

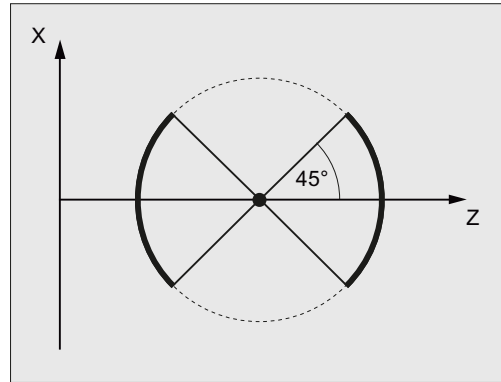
Weitere Informationen

Erlaubte Kreisbogenbereiche

Der unter G335/G336 programmierte Kreisbogen muss in einem Bereich liegen, in dem die spezifizierte Gewindehauptachse (I, J oder K) über den gesamten Kreisbogen den Hauptachsanteil am Kreisbogen hat:



Erlaubte Bereiche für die **Z**-Achse (Steigung mit κ programmiert)



Erlaubte Bereiche für die **X**-Achse (Steigung mit ι programmiert)

Ein Wechsel der Gewindehauptachse, wie im folgenden Bild dargestellt, ist **nicht** erlaubt:

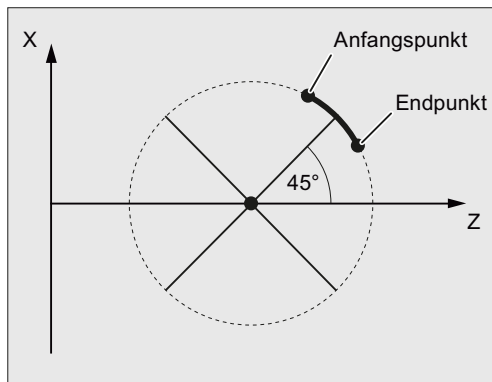


Bild 10-10 Ballige Gewinde: Nicht erlaubter Bereich

Frames

Auch bei aktiven Frames ist G335 und G336 möglich. Es ist allerdings darauf zu achten, dass im Basiskoordinatensystem (BKS) die erlaubten Kreisbogenbereiche eingehalten werden.

Randbedingungen zur Kreisprogrammierung

Für die Kreisprogrammierung unter G335/G336 gelten die bei der Kreisprogrammierung mit G2/G3 beschriebenen Randbedingungen (siehe "Kreisinterpolation (Seite 180)").

10.11 Gewindebohren

10.11.1 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332)

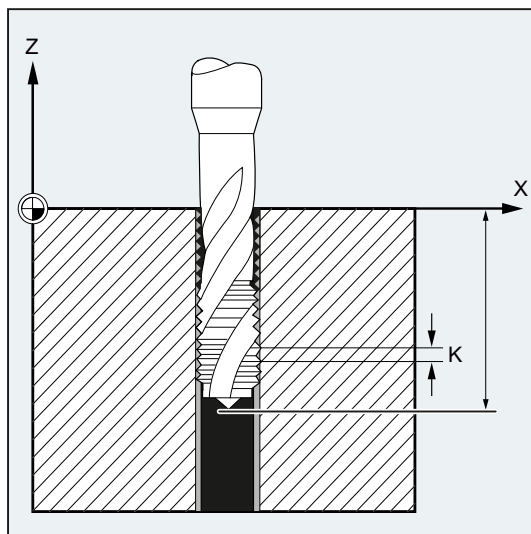
Voraussetzung

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

Funktion

Das Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter wird mit den Befehlen G331 und G332 programmiert. Damit kann die für Gewindebohren vorbereitete Spindel im lagegeregelter 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 Drehzahlschaltsschwellen 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 Getriebearpassungen"

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 projiziert 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 ausgewählt. |
| ... | |
| N50 G331 S800 | ; Masterspindel mit 2.Getriebestufendatensatz: Getriebestufe 2 wird ausgewählt. |
| 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 ausgewählt, 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 ausgewählt. |
| ... | |
| 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

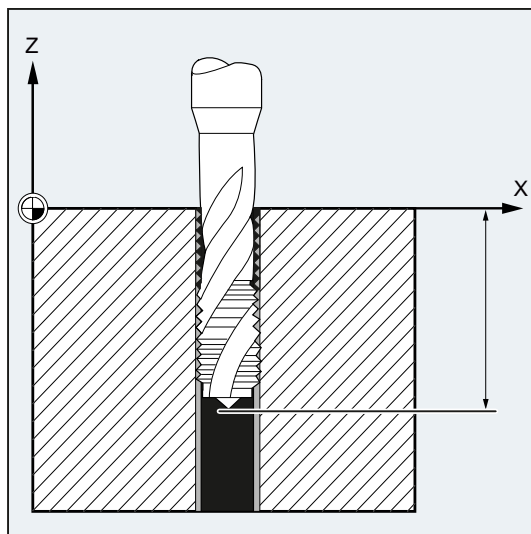
Es ist darauf zu achten, dass bei der Bearbeitung mit mehreren Spindeln die Bohrspindel auch Masterspindel sein muss. Durch die Programmierung von SETMS (<Spindelnummer>) kann die Bohrspindel zur Masterspindel gemacht werden.

10.11.2 Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (G63)

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. |

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

Konturrecken 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 Konturrecken hintereinander gleichartig verrundet werden.

Syntax

Konturrecke anfasen:

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

Konturrecke 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=... : | Konturrecke anfasen | |
| | <Wert>: | Länge der Fase (Maßeinheit entsprechend G70/G71) |
| CHR=... : | Konturrecke anfasen | |
| | <Wert>: | Breite der Fase in der ursprünglichen Bewegungsrichtung (Maßeinheit entsprechend G70/G71) |
| RND=... : | Konturrecke verrunden | |
| | <Wert>: | Radius der Rundung (Maßeinheit entsprechend G70/G71) |
| RNDM=... : | Modales Verrunden (mehrere aufeinanderfolgende Konturrecken 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 zu groß

Sind die programmierten Werte für Fase (CHF/CHR) oder Rundung (RND/RNDM) für die beteiligten Konturelemente zu groß, werden Fase oder Rundung automatisch angepasst:

1. Falls MD11411 \$MN_ENABLE_ALARM_MASK Bit 4 gesetzt ist, wird Alarm 10833 "Fase oder Rundung muss verkürzt werden" ausgegeben (Cancel-Alarm).
 2. Die Fase/Rundung wird soweit verkleinert, dass sie in die Konturecke passt. Dabei entsteht mindestens ein Satz ohne Bewegung. An diesem Satz kommt die Bewegung notwendig zum Stehen.
-

Hinweis

Fase/Rundung nicht möglich

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.

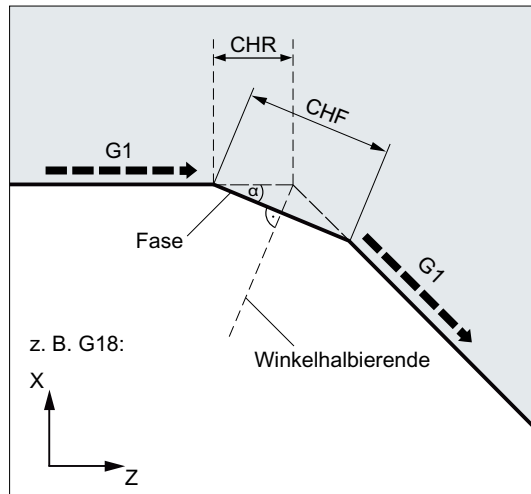
Der unter FRC programmierte Vorschub muss größer Null sein.

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

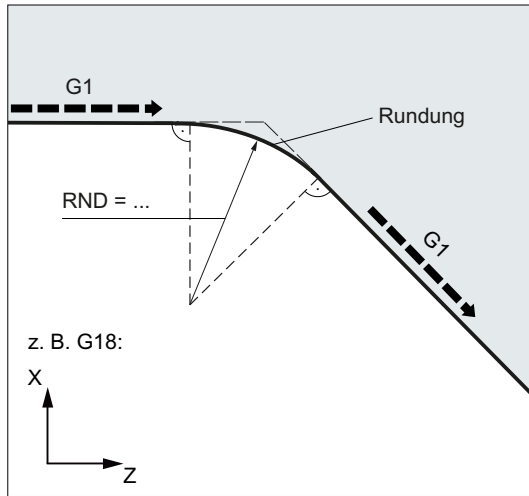
```
...
N30 G1 Z... CHR=2 FRC=100
N40 G1 X...
...
```

- 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.

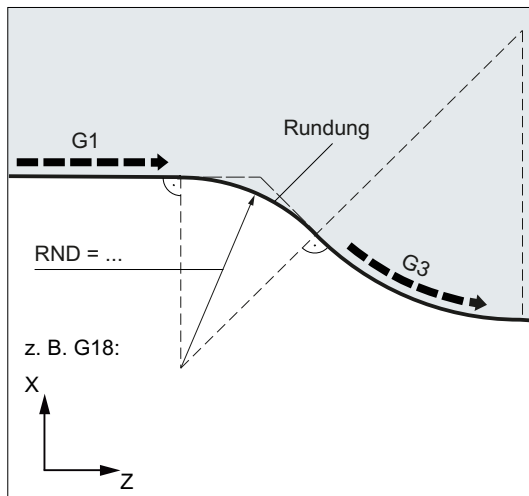
Programmcode

```

...
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

```

...
    
```

| 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 |

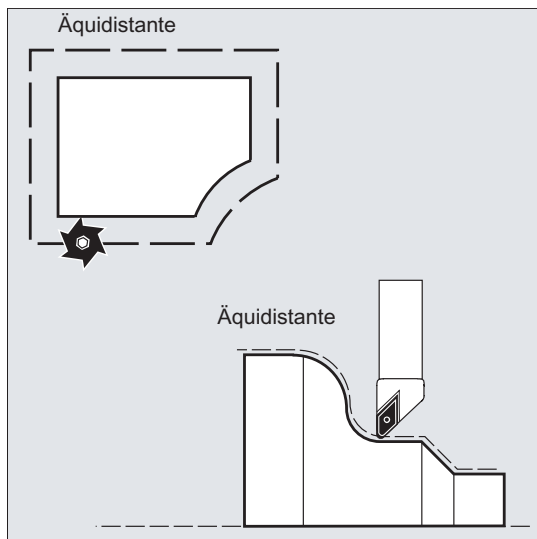
10.12 Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)

| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------------|--|
| 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

11.1 Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN)

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

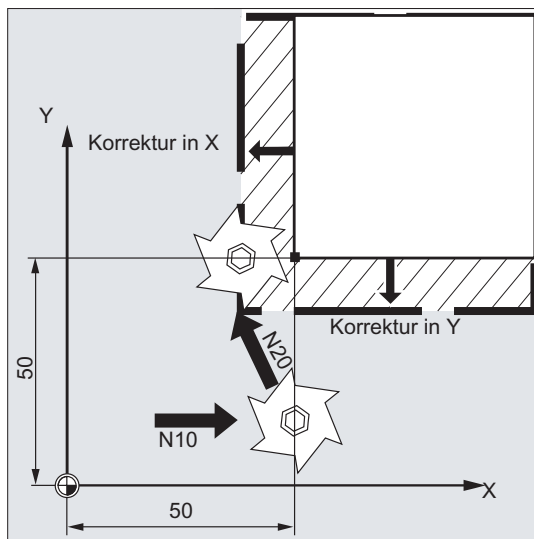
Im NC-Satz mit G40/G41/G42 muss G0 oder G1 aktiv sein und mindestens eine Achse der gewählten Arbeitsebene angegeben werden.

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

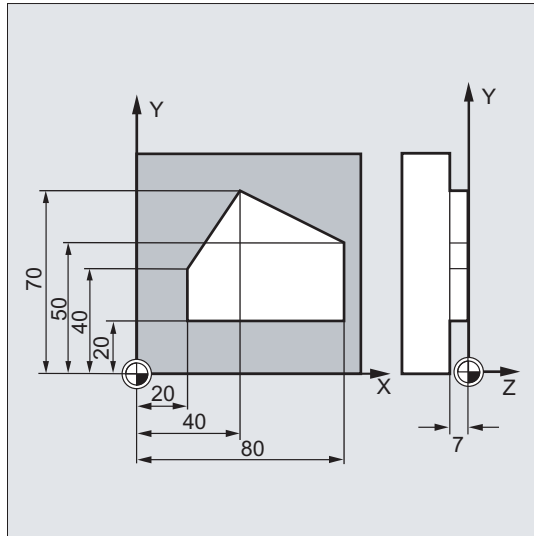


| Programmcode | Kommentar |
|---------------------|---|
| N10 G0 X50 T1 D1 | ; Nur die Werkzeuglängenkorrektur wird eingeschaltet. X50 wird unkorrigiert angefahren. |
| N20 G1 G41 Y50 F200 | ; Die Radiuskorrektur wird eingeschaltet, der Punkt X50/Y50 wird korrigiert angefahren. |
| N30 Y100 | |
| ...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

Beispiel 2: "Klassische" Vorgehensweise am Beispiel Fräsen

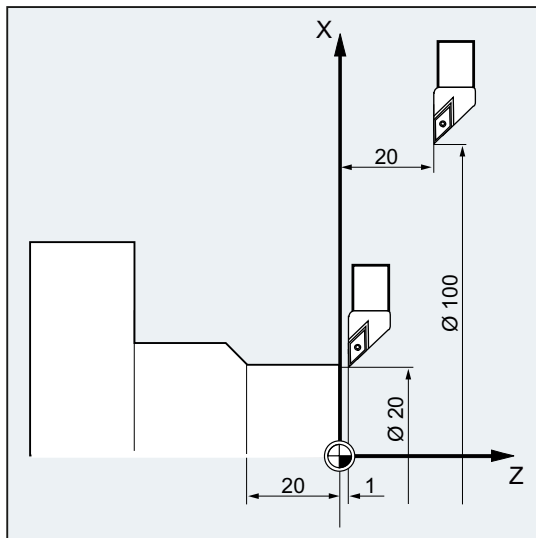
"Klassische" Vorgehensweise:

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



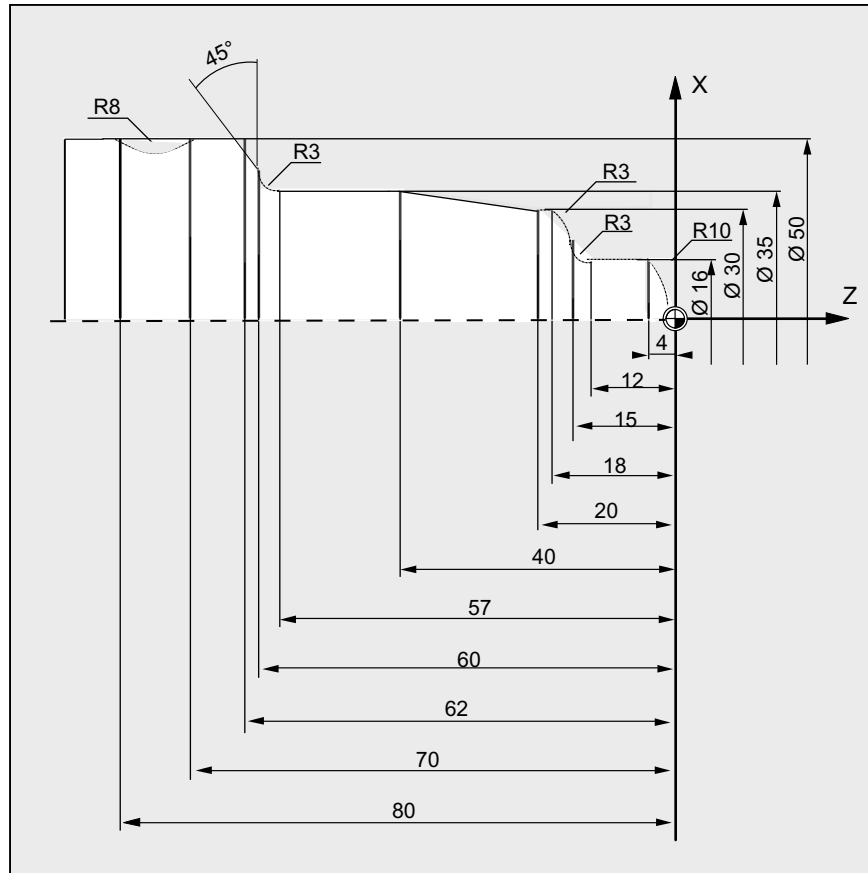
| Programmcode | Kommentar |
|----------------------------|--|
| N10 G0 Z100 | ; Freifahren zum Werkzeugwechsel. |
| N20 G17 T1 M6 | ; Werkzeugwechsel |
| N30 G0 X0 Y0 Z1 M3 S300 D1 | ; Werkzeugkorrekturwerte aufrufen, Längenkorrektur anwählen. |
| N40 Z-7 F500 | ; Werkzeug zustellen. |
| N50 G41 X20 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 |
| N85 G1 X46 | |

11.1 Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42, OFFN)

| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------------|---|
| N90 X52 Z-63 | |
| N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9 | ; Werkzeugradiuskorrektur abwählen und Werkzeugwechsellpunkt anfahren |
| N100 T2 D2 | ; Werkzeug aufrufen und Korrektur anwählen |
| N105 G96 S210 M3 | ; konstante Schnittgeschwindigkeit anwählen |
| N110 G0 G42 X50 Z-60 M8 | ; Werkzeug anstellen mit Werkzeugradiuskorrektur |
| N115 G1 Z-70 F0.12 | ; Durchmesser 50 drehen |
| N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5 | ; Radius 8 drehen |
| N125 G0 G40 X100 Z50 M9 | ; Werkzeug abheben und Werkzeugradiuskorrektur abwählen |
| N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5 | ; Werkzeugwechsellpunkt verfahren |
| N135 M30 | ; Programm-Ende |

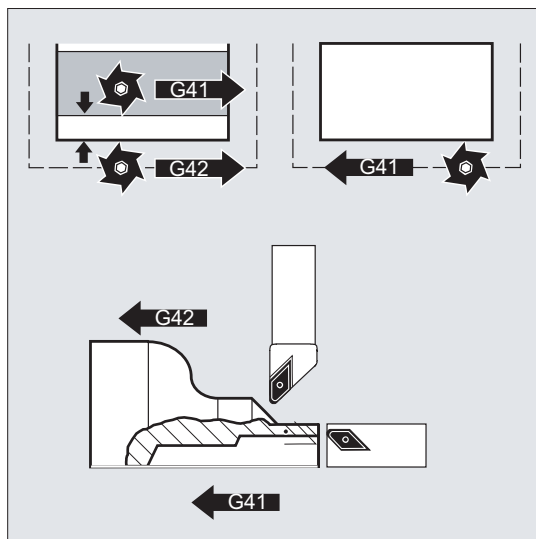
Weitere Informationen

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 Fräseradien 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)

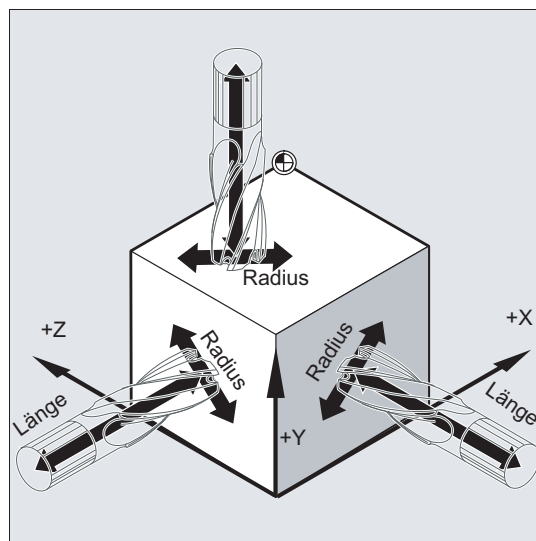
Hieraus erkennt die Steuerung die Richtung, in die die Werkzeugbahn verschoben werden soll.

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. |
| ... | |

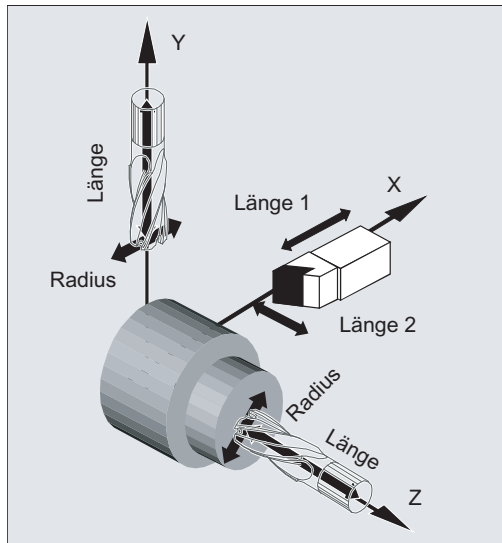
Hinweis

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 256)").

Schnittpunkt

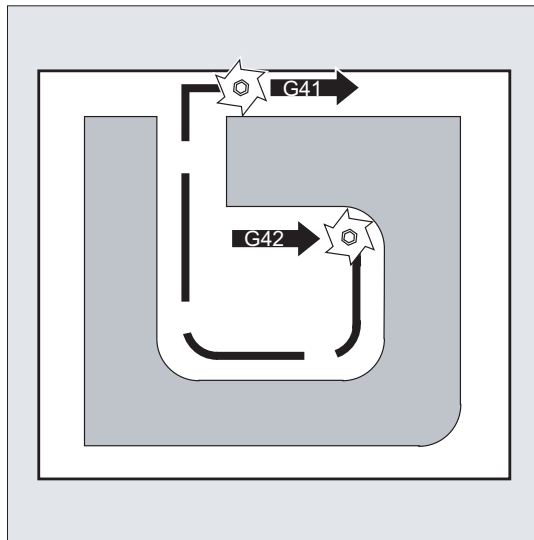
Die Auswahl des Schnittpunkts erfolgt über das Settingdatum:

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...)

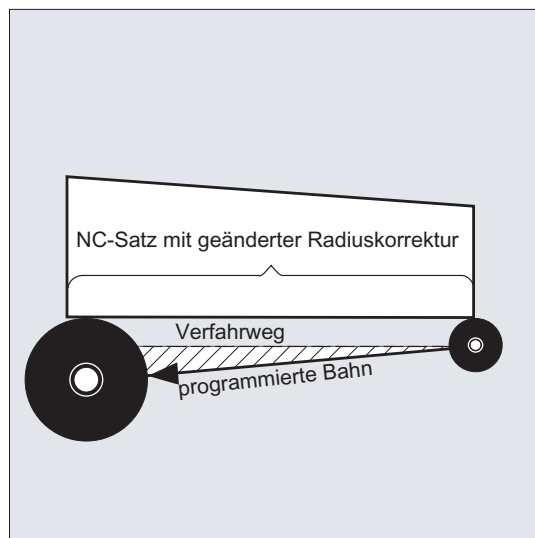
Der Werkzeugkorrekturdatensatz kann im Korrekturbetrieb gewechselt werden.

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!

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

Vorraussetzung

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

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.

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-/Abfahrätze 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 steuerungsimern ohne Fehlermeldung auf NORM umgeschaltet.

Beispiel

KONTC

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

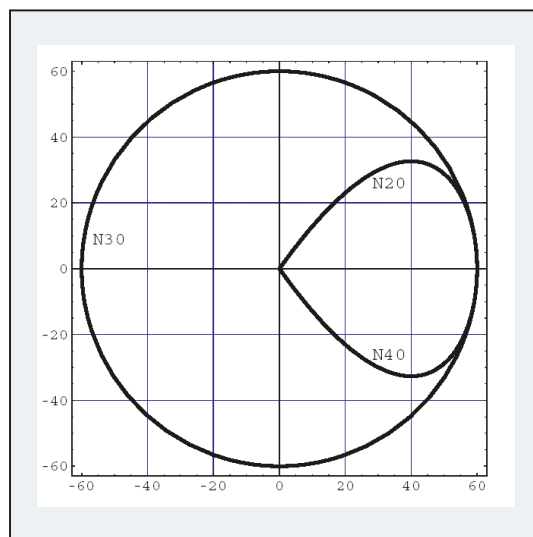


Bild 11-1 Senkrechte Projektion

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:

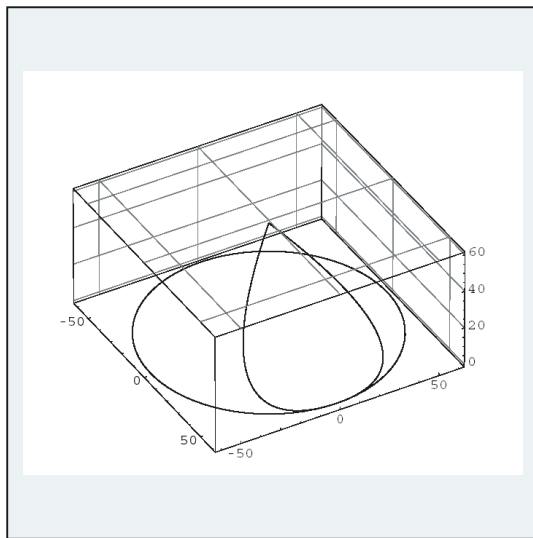


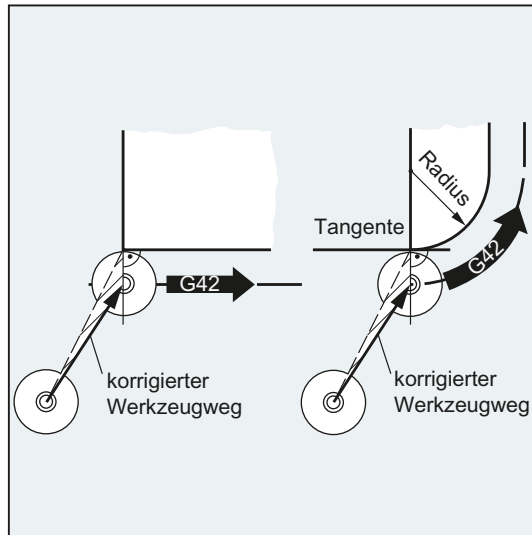
Bild 11-2 Räumliche Darstellung

Weitere Informationen

An-/Abfahren mit NORM

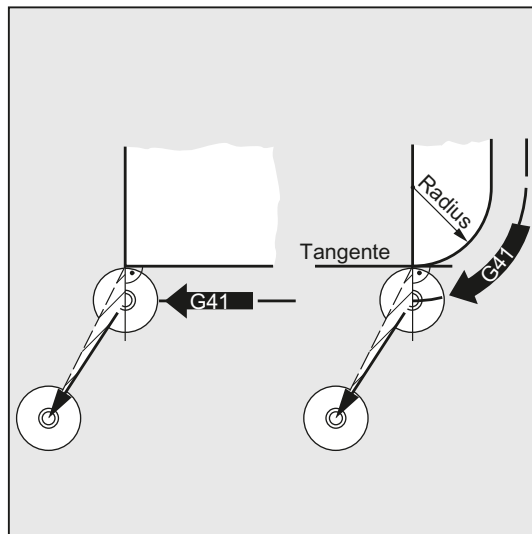
1. Anfahren:

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:

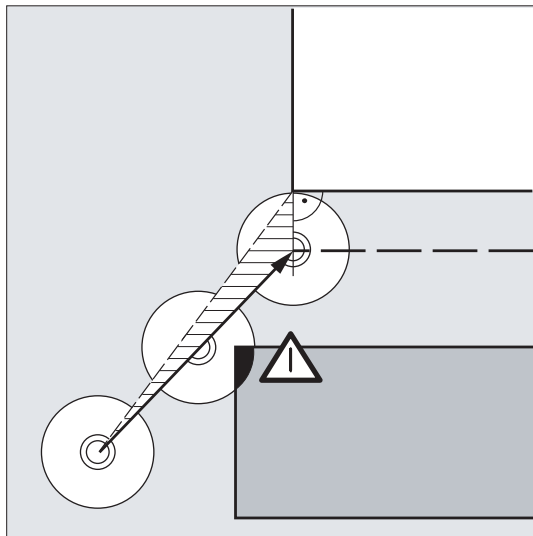


2. Abfahren:

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 Werkzeugwechsellpunkt:



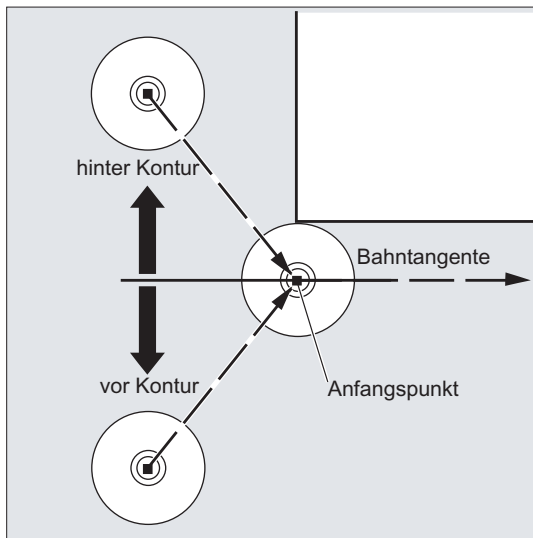
Veränderte An-/Abfahrwinkel stellen eine Kollisionsgefahr dar:



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

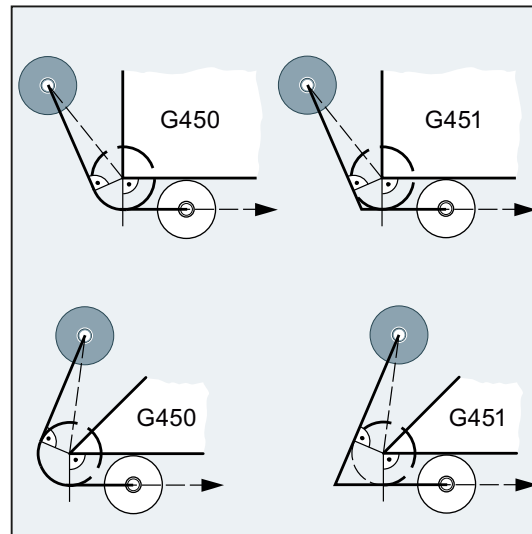
An-/Abfahren mit KONT

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

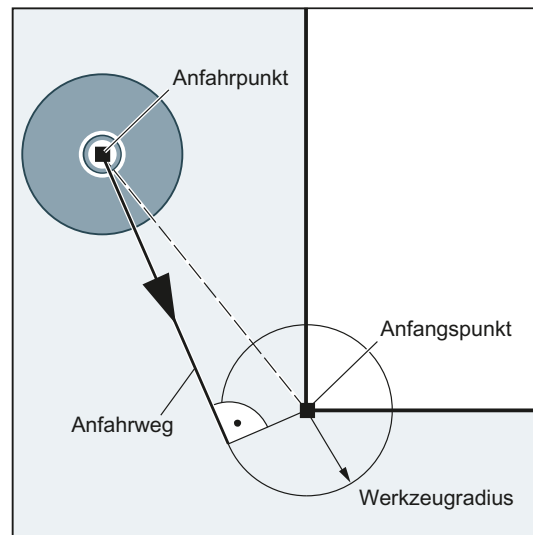


Entsprechend sind beim An-/Abfahren mit `KONT` zwei Fälle zu unterscheiden:

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.

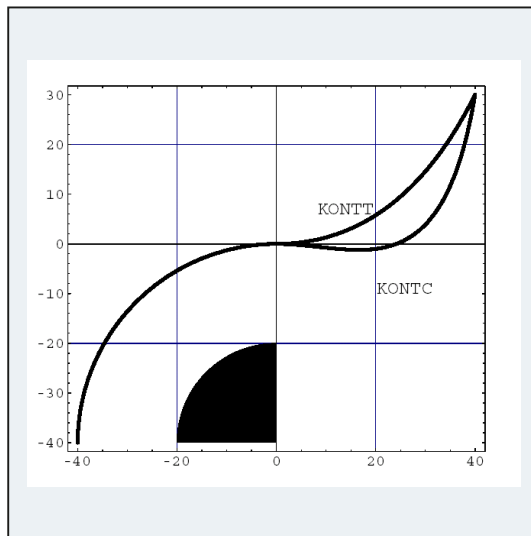
- Abfahren:
Für das Abfahren gilt, in umgekehrter Reihenfolge, das Gleiche wie für das Anfahren.

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

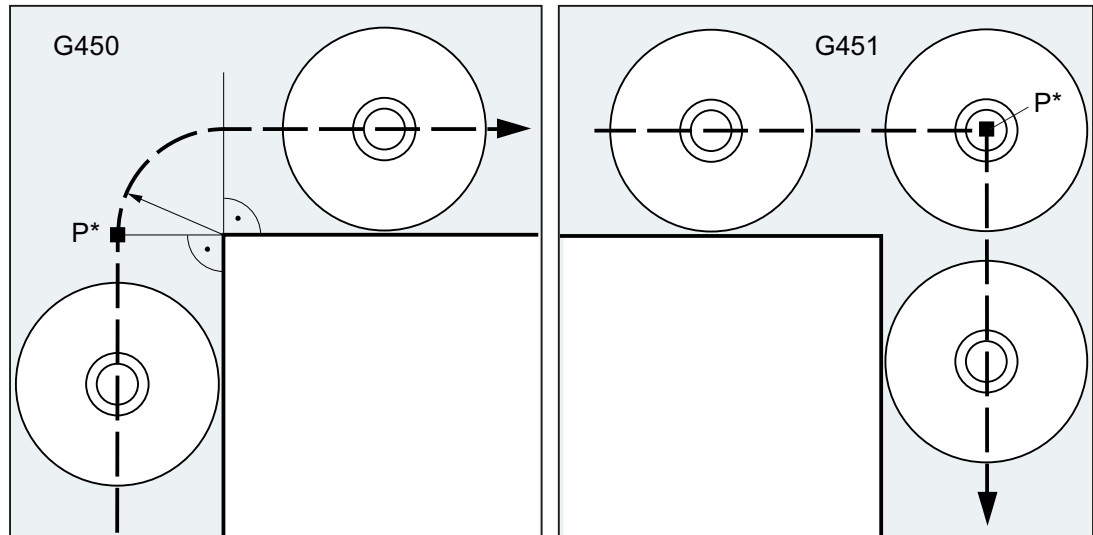
Unterschied zwischen KONTC und KONTT

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 Abfahrtsatzes liegt bei X40 Y30. Der Übergang zwischen dem Kreissatz und dem Abfahrtsatz liegt im Nullpunkt. Wegen der verlangten Krümmungsstetigkeit bei KONTC führt der Abfahrtsatz zunächst eine Bewegung mit negativer Y-Komponente aus. Dies wird häufig unerwünscht sein. Der Abfahrtsatz 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 Anfahrtsatz, ergibt sich exakt die gleiche Kontur, die lediglich in umgekehrter Richtung durchlaufen wird.

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

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 256)").

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

Syntax

```
G450 [DISC=<Wert>]
```

```
G451
```

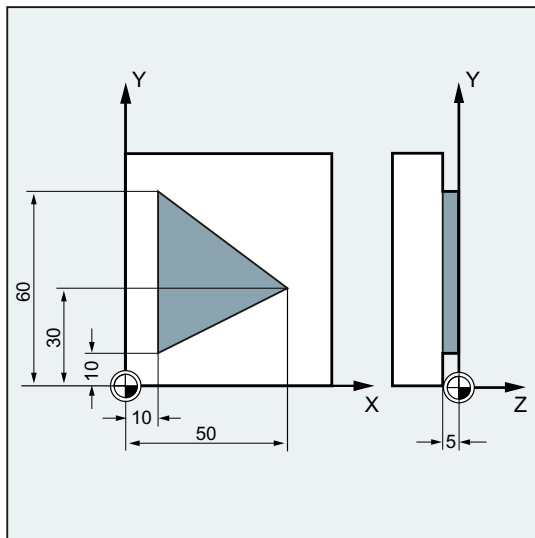
Bedeutung

| | | | |
|-------|--|---------------|---|
| 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 G451 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. |

| Programmcode | Kommentar |
|---------------|-----------|
| N90 G0 Y100 | |
| N100 X200 M30 | |

Weitere Informationen

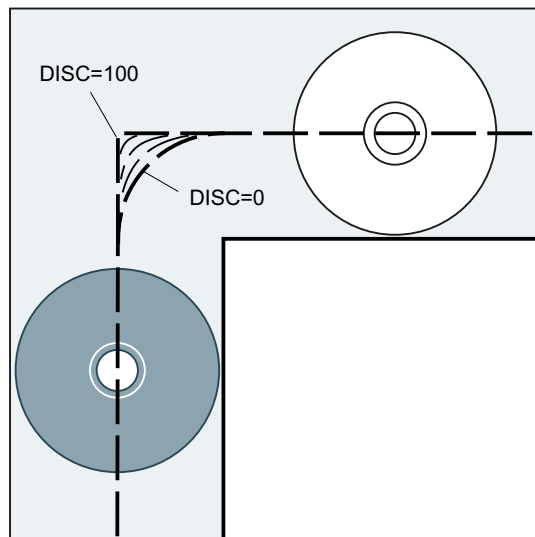
G450/G451

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

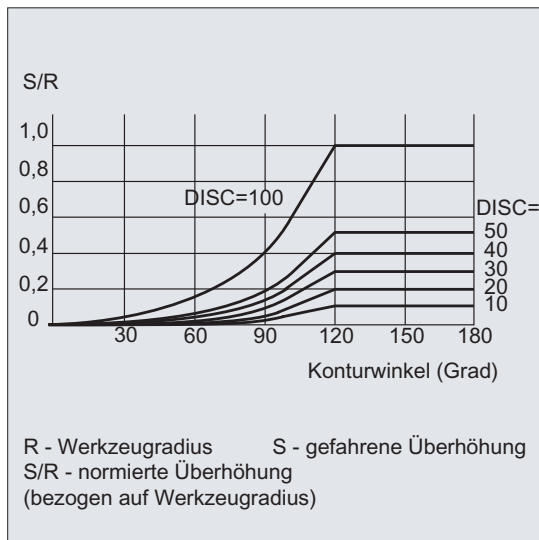
Bei Angabe von DISC-Werten größer 0 werden Zwischenkreise überhöht dargestellt, hierbei entstehen Übergangsellipsen bzw. Parabeln oder Hyperbeln:



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:

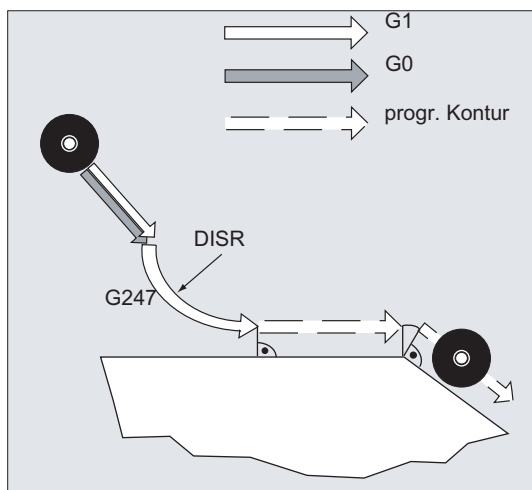


Bei eingeschaltetem G451 können bei spitzen Konturwinkeln durch Abhebewebungen überflüssige Leerwege des Werkzeugs entstehen. Über Maschinendatum lässt sich festlegen, dass in solchen Fällen automatisch auf Übergangskreis umgeschaltet wird.

11.4 Weiches An- und Abfahren

11.4.1 An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR)

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 je 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:

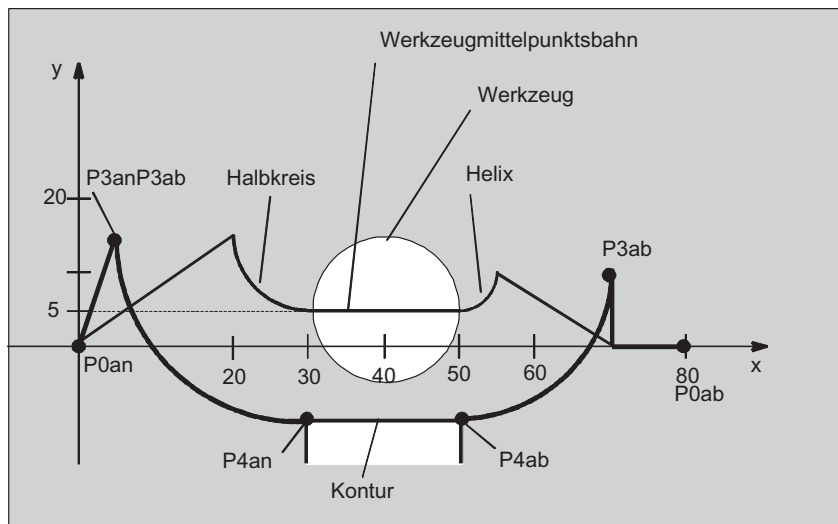
- mit einer Geraden:
G148 G340/G341 ... DISR=..., DISCL=..., DISRP=... FAD=...
- mit einem Viertelkreis/Halbkreis:
G248/G348 G340/G341 G140/G141/G142/G143 ... DISR=... DISCL=...
DISRP=... FAD=...

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=...: | <ol style="list-style-type: none"> 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 <p>Achtung: Bei REPOS mit einem Halbkreis bezeichnet DISR den Kreisdurchmesser.</p> |
| 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)
- Anfahrriichtung 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 |

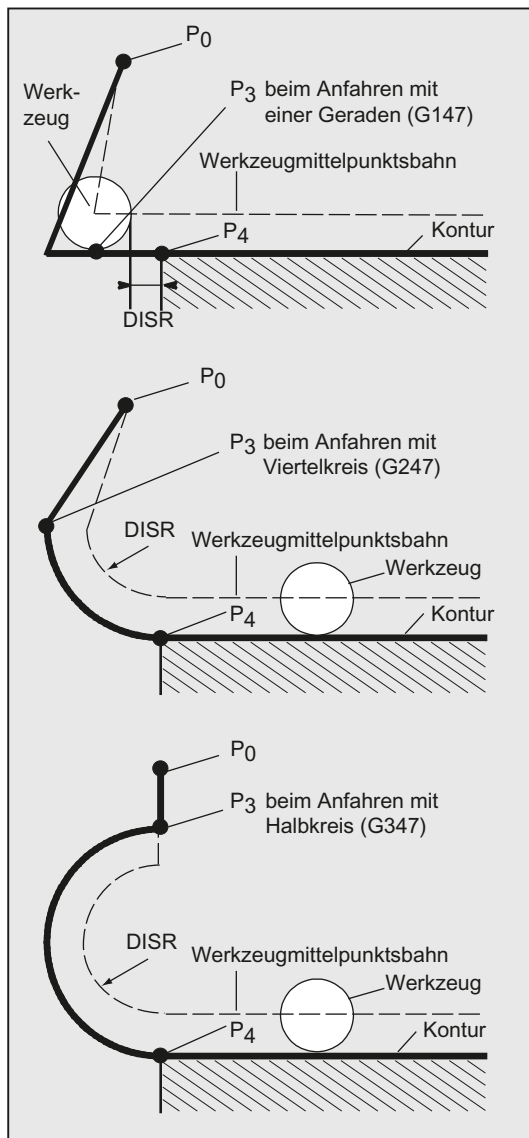


Bild 11-3 Anfahrbewegungen bei gleichzeitiger Aktivierung der Werkzeugradiuskorrektur

Wahl der An- bzw. Abfahrriichtung

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

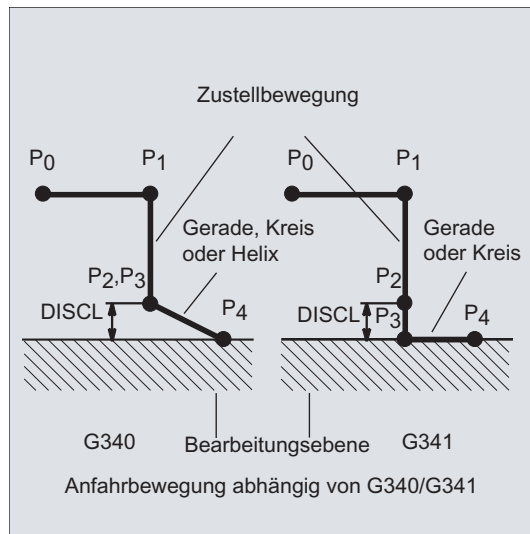
- G41 aktiv → Anfahren von links
- G42 aktiv → Anfahren von rechts

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: | <p>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.</p> <p>Senkrecht zur Bearbeitungsebene vom Punkt P_1 zum Punkt P_3 zustellen auf den durch den Parameter DISCL definierten Sicherheitsabstand zur Bearbeitungsebene.</p> <p>Anfahren des Endpunkts P_4 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.</p> <p>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.</p> <p>Die Bewegung vom Punkt P_0 zum Punkt P_3 erfolgt in zwei Geraden mit der Geschwindigkeit, die vor dem WAB-Satz wirksam war.</p> |
| G341: | <p>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.</p> <p>Senkrecht zur Bearbeitungsebene vom Punkt P_1 bis zu dem durch den Parameter DISCL definierten Sicherheitsabstand zur Bearbeitungsebene im Punkt P_2 zustellen.</p> <p>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.</p> |

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 Punktes P₂ 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 (P₁, P₂ und P₃ fallen zusammen). Die Anfahrkontur wird von P₁ zu P₄ gebildet.
- Bei G341: Die gesamte Anfahrbewegung besteht aus drei Sätzen (P₂ und P₃ fallen zusammen). Liegen P₀ und P₄ in der gleichen Ebene entstehen nur zwei Sätze (Zustellbewegung von P₁ nach P₃ entfällt).
- Es wird überwacht, dass der durch DISCL definierte Punkt zwischen P₁ und P₃ 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 Punktes P₁ (Rückzugsebene) von der Bearbeitungsebene (DISRP)

Soll die Position des Punktes P₁ 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 P₁ den gleichen Abstand von der Bearbeitungsebene wie der Punkt P₀, d. h. die Anfahrgerade P₀ → P₁ ist parallel zur Bearbeitungsebene.

Es wird überwacht, dass der durch DISRP definierte Punkt zwischen P₀ und P₂ liegt, d. h. bei allen Bewegungen, die eine Komponente senkrecht zur Bearbeitungsebene haben (Zustellbewegungen, Anfahrbewegung von P₃ nach P₄) 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 P₁ außerhalb des durch P₀ und P₂ definierten Bereichs, ist die Abweichung jedoch kleiner oder gleich dieser Toleranz, wird angenommen, dass P₁ in der durch P₀ bzw. P₂ 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 P₄ kann im WAB-Satz selbst programmiert sein. Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, P₄ durch den Endpunkt des nächsten Verfahrssatzes zu bestimmen. Zwischen WAB-Satz und nächsten Verfahrssatz können weitere Sätze ohne Bewegung der Geometrieachsen eingefügt werden.

Beispiel:

| Programmcode | Kommentar |
|--|----------------------------|
| \$TC_DP1[1,1]=120 | ; Fräserwerkzeug T1/D1 |
| \$TC_DP6[1,1]=7 | ; Werkzeug mit 7 mm Radius |
| N10 G90 G0 X0 Y0 Z30 D1 T1 | |
| N20 X10 | |
| N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 Z=0 F1000 | |
| N40 G1 X40 Y-10 | |
| N50 G1 X50 | |
| ... | |

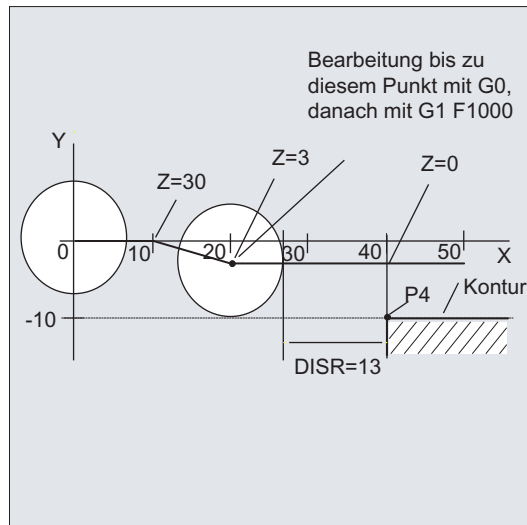
N30/N40 kann ersetzt werden durch:

```
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

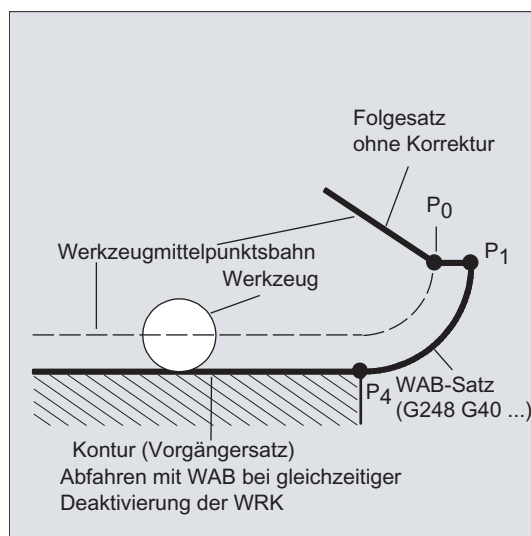
Beim Abfahren ist die Programmierung des Endpunkts der WAB-Kontur in einem Folgesatz nicht vorgesehen, d. h. die Endposition wird immer aus dem WAB-Satz selbst entnommen,

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 DISCL 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 Punkte 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:

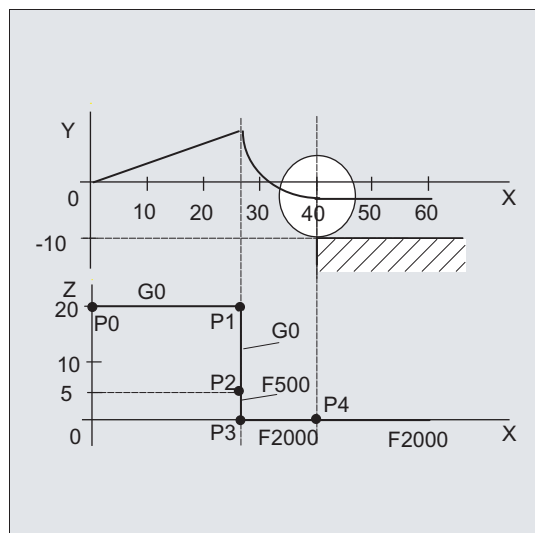


An- bzw. Abfahrgeschwindigkeiten

- 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.

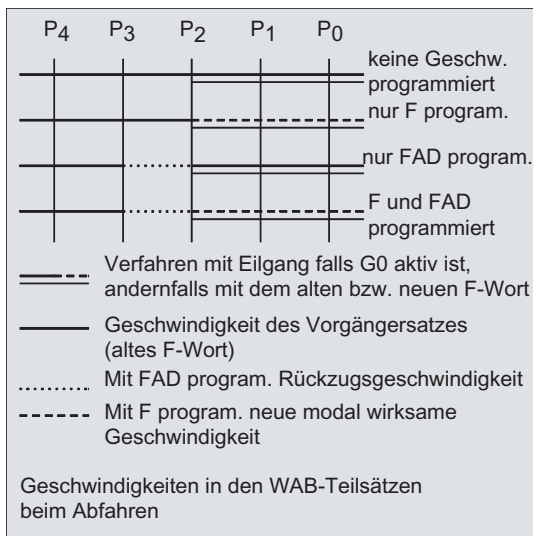
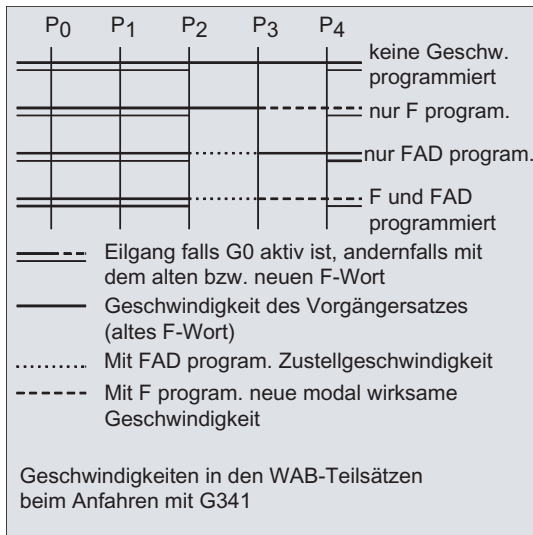
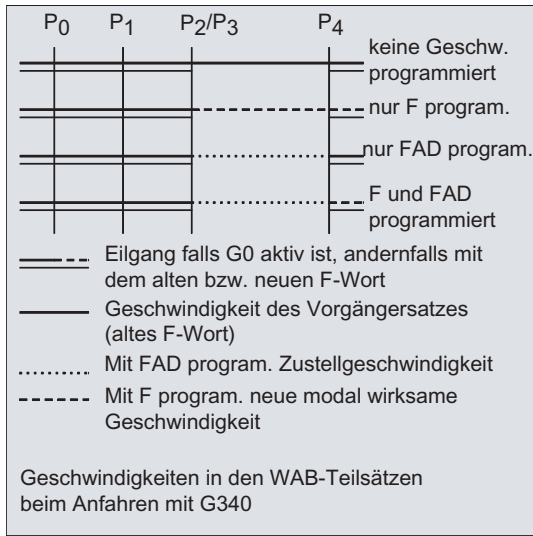
Beispiel:

| 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 .

11.4 Weiches An- und Abfahren



Lesen von Positionen

Die Punkte P₃ und P₄ 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

11.4.2 An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462)

In bestimmten geometrischen Sonderfällen werden gegenüber der bisherigen Realisierung mit eingeschalteter Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrstratz, 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:

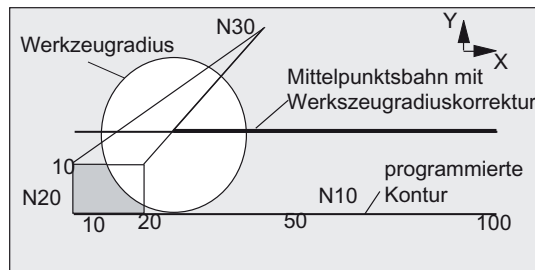


Bild 11-4 Abfahrverhalten bei G460

Syntax

G460

G461

G462

Bedeutung

| | |
|-------|---|
| G460: | Wie bisher (Einschalten der Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrstratz) |
| 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. Abfahrsetzung 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.

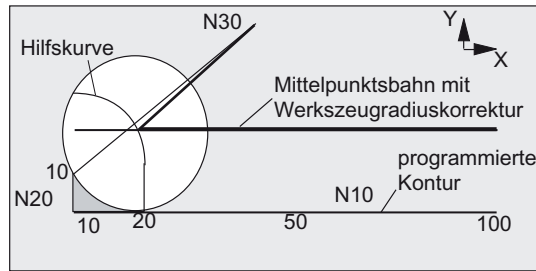


Bild 11-5 Abfahrverhalten bei G461

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.

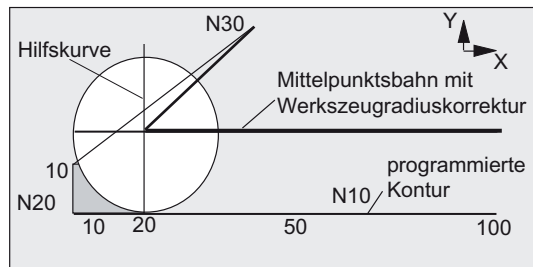
Hinweis

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 letzten Satzes mit Werkzeugradiuskorrektur eine Gerade eingefügt (der Satz wird durch seine Endtangente verlängert).

Die Schnittpunktsuche verläuft dann identisch zu der bei G461.



Abfahrverhalten bei G462 (siehe Beispiel)

Bei G462 wird die im Beispielprogramm von N10 und N20 gebildete Ecke nicht soweit ausgeräumt, wie es mit dem verwendeten Werkzeug möglich wäre. Dieses Verhalten kann aber dennoch notwendig sein, wenn die Teilekontur (abweichend von der programmierten Kontur) im Beispiel links von N20 auch bei größeren Werten von y als 10 mm nicht verletzt werden darf.

Eckenverhalten bei KONT

Die Kollisionsüberwachung kann im NC-Programm ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Syntax

CDON
CDOF
CDOF2

Bedeutung

| | |
|--------|---|
| CDON: | Befehl zum Einschalten der Kollisionsüberwachung. |
| CDOF: | Befehl zum Ausschalten der Kollisionsüberwachung. Bei ausgeschalteter Kollisionsüberwachung wird für den aktuellen Satz beim vorhergehenden Verfahrssatz (an Innenecken) nach einem gemeinsamen Schnittpunkt gesucht, gegebenenfalls auch in weiter zurückliegenden Sätzen. Hinweis: Mit CDOF lässt sich die fehlerhafte Erkennung von Engstellen vermeiden, die z. B. auf fehlende Informationen zurückzuführen sind, die im NC-Programm nicht zur Verfügung stehen. |
| CDOF2: | Befehl zum Ausschalten der Kollisionsüberwachung beim 3D-Umfangsfräsen . Mit CDOF2 wird die Werkzeugkorrekturrichtung aus benachbarten Satzteilen ermittelt. CDOF2 wirkt nur beim 3D-Umfangsfräsen und hat bei allen anderen Bearbeitungsarten (z. B. 3D-Stirnfräsen) die gleiche Bedeutung wie CDOF. |

Hinweis

Die Anzahl der NC-Sätze, die in die Kollisionsüberwachung mit einbezogen werden, ist über Maschinendatum einstellbar.

Beispiel

Fräsen auf der Mittelpunktsbahn mit Normwerkzeug

Das NC-Programm beschreibt die Mittelpunktsbahn eines Normwerkzeugs. Die Kontur für ein aktuell verwendetes Werkzeug ergibt ein Untermaß, welches im folgenden Bild zur Verdeutlichung der geometrischen Verhältnisse unrealistisch groß dargestellt ist. Außerdem soll für das Beispiel gelten, dass die Steuerung nur drei Sätze überblickt.

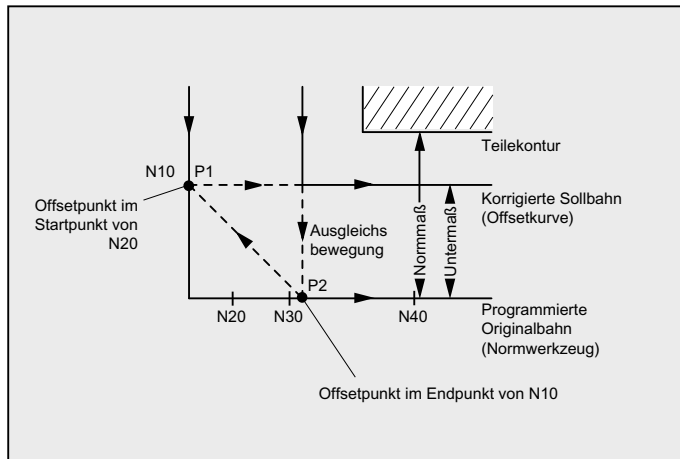


Bild 11-6 Ausgleichsbewegung bei fehlendem Schnittpunkt

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

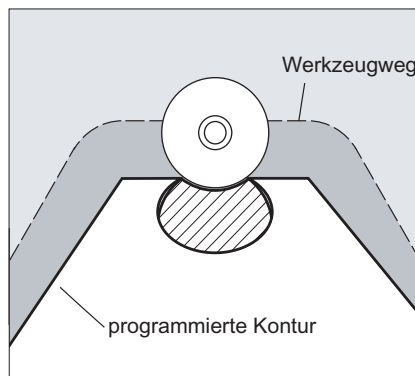
Programmtest

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.

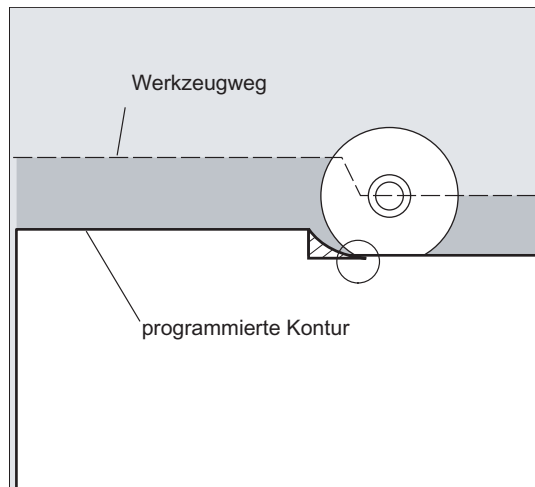
Beispiel 1: Flaschenhalserkennung



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

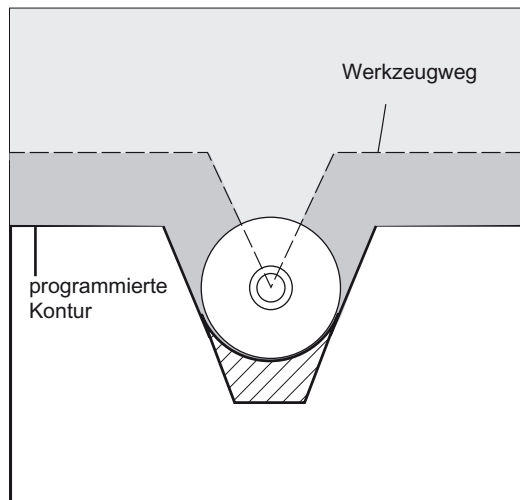
Es wird ein Alarm ausgegeben.

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"

11.6 2D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF)

Durch Angabe von CUT2D bzw. CUT2DF legen Sie bei Bearbeitung in schräg liegenden Ebenen fest, wie die Werkzeugradiuskorrektur wirken bzw. verrechnet werden soll.

Werkzeuflängenkorrektur

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

2D-Werkzeugradiuskorrektur mit Konturwerkzeugen

Die Werkzeugradiuskorrektur für Konturwerkzeuge dient zur automatischen Schneidenauswahl für nicht rotationssymmetrische Werkzeuge mit denen stückweise einzelne Kontursegmente bearbeitet werden können.

Syntax

CUT2D

CUT2DF

Die 2D-Werkzeugradiuskorrektur für Konturwerkzeuge wird aktiviert, wenn mit CUT2D oder CUT2DF eine der beiden Bearbeitungsrichtungen G41 oder G42 programmiert wird.

Hinweis

Bei nicht aktiver Werkzeugradiuskorrektur verhält sich ein Konturwerkzeug wie ein normales Werkzeug, das nur aus der ersten Schneide besteht.

Bedeutung

| | |
|---------|--|
| CUT2D: | Aktivierung der 2 1/2 D-Radiuskorrektur (Standardeinstellung) |
| CUT2DF: | Aktivierung der 2 1/2 D-Radiuskorrektur, Werkzeugradiuskorrektur relativ zum aktuellen Frame bzw. zu schrägen Ebenen |

CUT2D ist dann sinnvoll, wenn die Ausrichtung des Werkzeugs nicht verändert werden kann und für die Bearbeitung von schräg liegenden Flächen das Werkstück entsprechend gedreht wird.

CUT2D gilt generell als Standardeinstellung und muss von daher nicht explizit angegeben werden.

Schneidenanzahl von Konturwerkzeugen

Jedem Konturwerkzeug können in beliebiger Reihenfolge maximal bis zu 12 Schneiden zugeordnet werden.

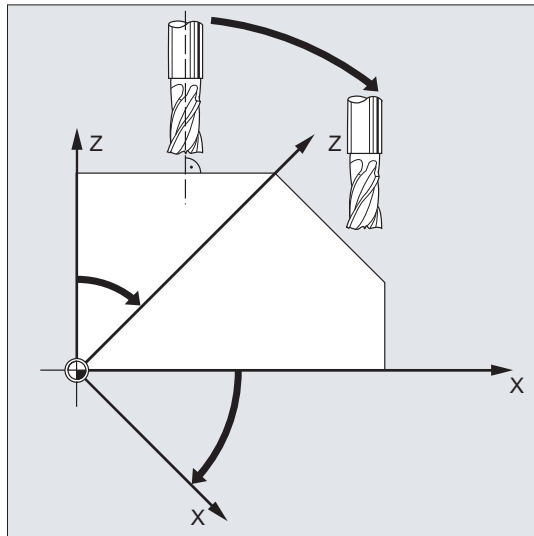
Maschinenhersteller

Der gültige Werkzeugtyp für nicht rotationssymmetrische Werkzeuge und die maximale Schneidenanzahl $D_n = D_1$ bis D_{12} wird vom Maschinenhersteller über Maschinendatum festgelegt. Bitte wenden Sie sich an den Maschinenhersteller, wenn nicht alle 12 Schneiden verfügbar sind.

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):

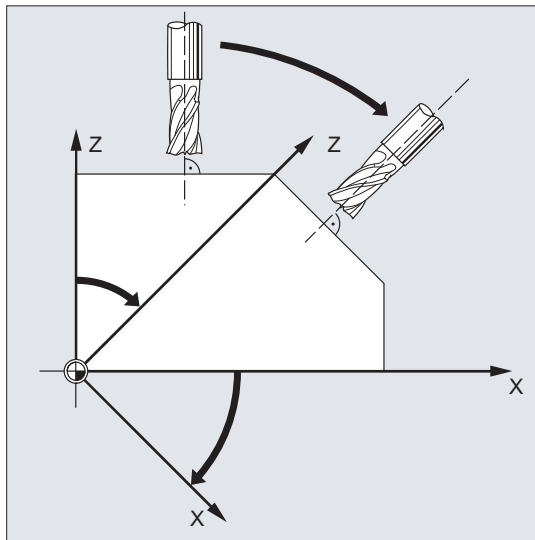
Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt in der nicht gedrehten X/Y-Ebene, die Werkzeuglängskorrektur in Z-Richtung.

Werkzeugkorrekturwerte

Für die Bearbeitung in schrägen Flächen müssen die Werkzeugkorrekturwerte entsprechend definiert, oder unter Einsatz der Funktionalitäten zur "Werkzeuglängskorrektur für orientierbare Werkzeuge" berechnet werden. Nähere Beschreibung zu dieser Berechnungsmöglichkeit siehe Kapitel "Werkzeugorientierung und Werkzeuglängskorrektur".

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 Korrektorebene mitgedreht. Die Werkzeugradiuskorrektur wird in der gedrehten Bearbeitungsebene berechnet.

Hinweis

Die Werkzeuglängenkorrektur wirkt weiterhin relativ zur nicht gedrehten Arbeitsebene.

Definition von Konturwerkzeugen, CUT2D, CUT2DF

Ein Konturwerkzeug wird definiert durch die Schneidenanzahl gemäß den D-Nummern, die zu einer T-Nummer gehören. Die Erste Schneide eines Konturwerkzeugs ist die Schneide, die bei der Aktivierung des Werkzeugs angewählt wird. Wird z.B. D5 bei T3 D5 aktiviert, dann definiert diese Schneide und die nachfolgenden Schneiden entweder mit einem Teil oder alle zusammen das Konturwerkzeug. Die davor liegenden Schneiden werden ignoriert.

Literatur

Funktionshandbuch Grundfunktion; Werkzeugkorrektur (W1)

11.7 Werkzeugradiuskorrektur konstant halten (CUTCONON, CUTCONOF)

Die Funktion "Werkzeugradiuskorrektur konstant halten" dient dazu, die Werkzeugradiuskorrektur für eine Anzahl von Sätzen zu unterdrücken, wobei jedoch eine durch die Werkzeugradiuskorrektur in vorhergehenden Sätzen aufgebaute Differenz zwischen der programmierten und der tatsächlich abgefahrenen Bahn des Werkzeugmittelpunkts als Verschiebung beibehalten wird. Sie kann z. B. dann vorteilhaft eingesetzt werden, wenn beim Zeilenfräsen in den Umkehrpunkten mehrere Verfahransätze notwendig sind, die von der Werkzeugradiuskorrektur erzeugten Konturen (Umfahrungsstrategien) jedoch nicht erwünscht sind. Sie ist unabhängig von der Art der Werkzeugradiuskorrektur ($2\frac{1}{2}D$, 3D-Stirnfräsen, 3D-Umfangsfäsen) einsetzbar.

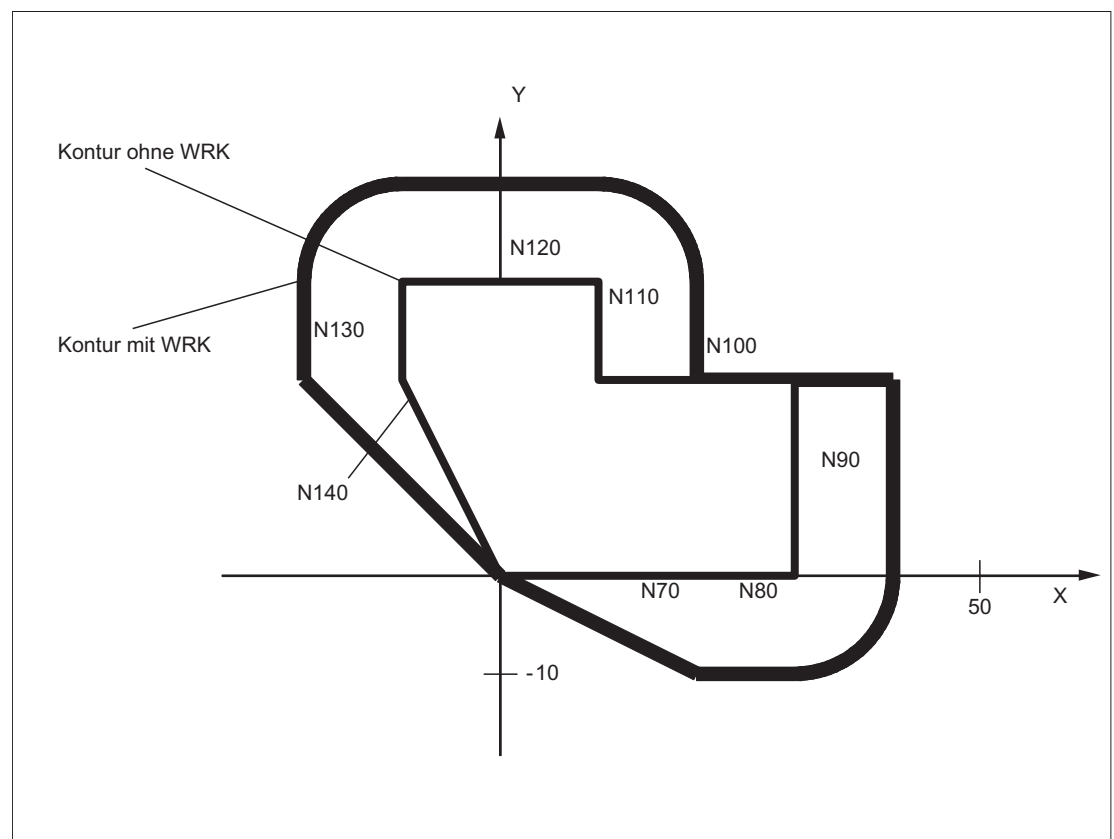
Syntax

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 | |

| Programmcode | Kommentar |
|--------------------|--|
| N90 Y20 | |
| N100 X10 CUTCONON | ; Einschalten der Korrekturunterdrückung. |
| N110 Y30 KONT | ; Beim Ausschalten der Konturunterdrückung ggf. Umfahungskreis einfügen. |
| N120 X-10 CUTCONOF | |
| N130 Y20 NORM | ; Kein Umfahungskreis beim Ausschalten der WRK. |
| N140 X0 Y0 G40 | |
| N150 M30 | |

Weitere Informationen

Im Normalfall ist vor der Aktivierung der Korrekturunterdrückung die Werkzeugradiuskorrektur bereits aktiv, und sie ist noch aktiv, wenn die Korrekturunterdrückung wieder deaktiviert wird. Im letzten Verfahrssatz vor CUTCONON wird auf den Offsetpunkt im Satzendpunkt gefahren. Alle folgenden Sätze, in denen die Korrekturunterdrückung aktiv ist, werden ohne Korrekturverfahren. Sie werden dabei jedoch um den Vektor vom Endpunkt des letzten Korrektursatzes zu dessen Offsetpunkt verschoben. Der Interpolationstyp dieser Sätze (linear, zirkular, polynomialisch) ist beliebig.

Der Deaktivierungssatz der Korrekturunterdrückung, d. h. der Satz, der CUTCONOF enthält, wird normal korrigiert. Er beginnt im Offsetpunkt des Startpunkts. Zwischen dem Endpunkt des Vorgängersatzes, d. h. des letzten programmierten Verfahrssatzes mit aktivem CUTCONON, und diesem Punkt wird ein linearer Satz eingefügt.

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

11.8 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:

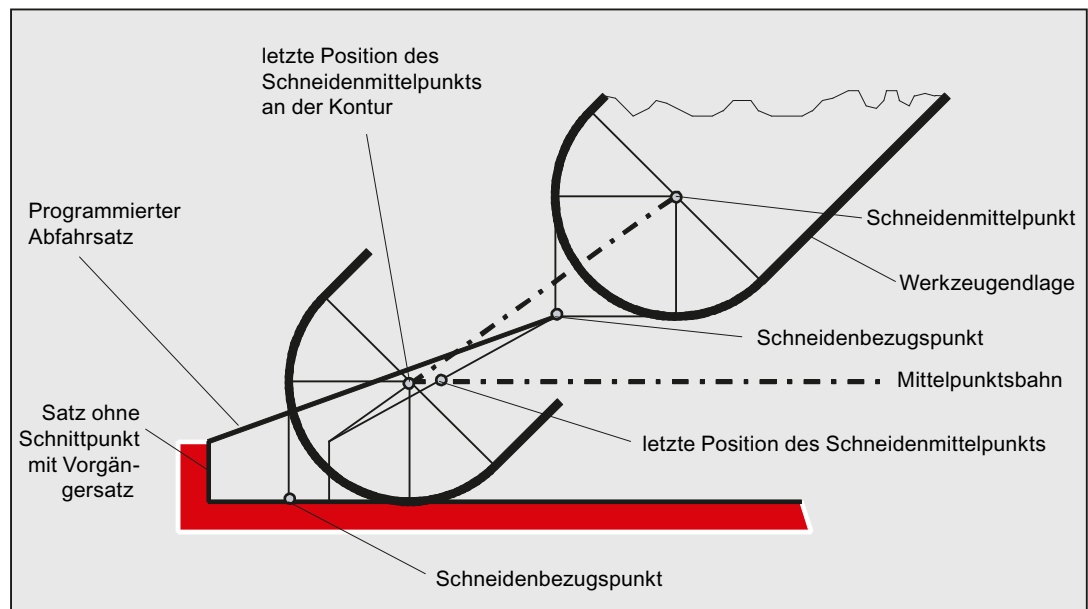
1. Vorlaufstopp bei TRANSMIT
2. Berechnung von Schnittpunkten beim An- bzw. Abfahren mit KONT
3. Wechsel eines Werkzeugs bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur
4. Werkzeugradiuskorrektur mit variabler Werkzeugorientierung bei Transformation

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. Abfahrtsatz 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. Abfahrtsatz mit einem nicht benachbarten Verfahrsatz einen Schnittpunkt bildet, siehe folgendes Bild:



11.8 Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage

- Der Wechsel eines Werkzeugs bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur, bei dem sich der Abstand zwischen Schneidenmittelpunkt und Schneidenbezugspunkt ändert, ist in Kreissätsen und in Verfahrssätsen 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

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

Genauhalt ist ein Fahrmodus, bei dem am Ende eines jeden Verfahrssatzes 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 geschliffen 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. |

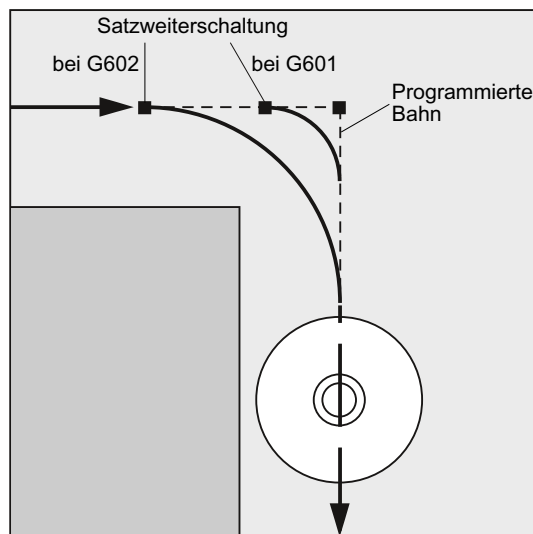
Weitere Informationen

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



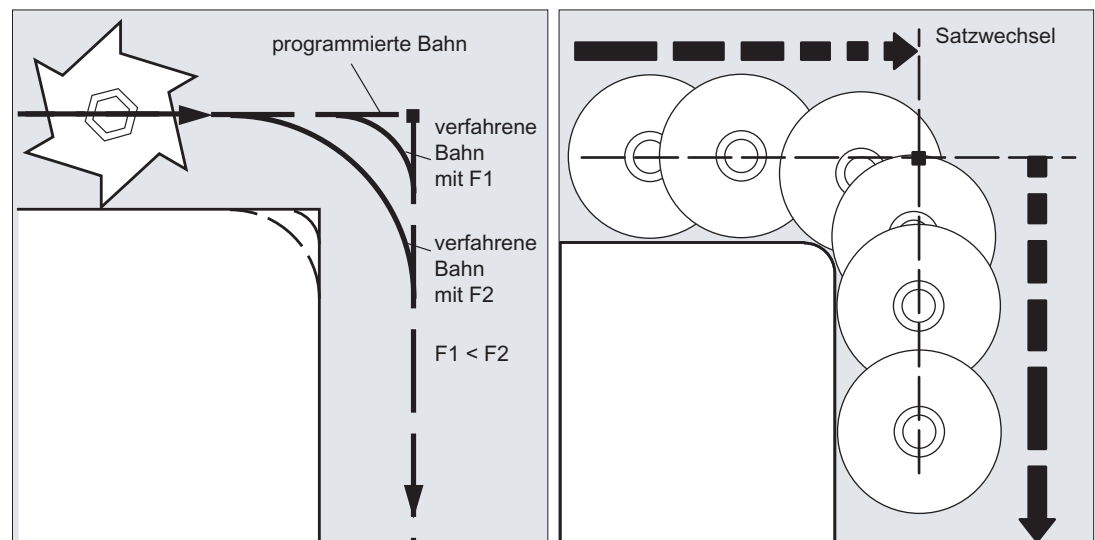
Die Bewegung wird abgebremst und am Eckpunkt kurz angehalten.

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)

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

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 Satzwechsellpunkt 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 |

| | |
|-------|---|
| | <p>Das Wegkriterium (= Überschleifabstand) <code>ADIS</code> bzw. <code>ADISPOS</code> beschreibt die Strecke, die der Überschleifsatz vor dem Satzende frühestens beginnen darf, bzw. die Strecke nach Satzende, in der der Überschleifsatz beendet sein muss.</p> <p>Hinweis: Wenn kein <code>ADIS/ADISPOS</code> programmiert wird, dann gilt der Wert "Null" und damit das Fahrverhalten wie bei <code>G64</code>. Bei kurzen Fahrwegen wird der Überschleifabstand automatisch reduziert (bis max. 36 %).</p> |
| G642: | <p>Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen</p> <p>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.</p> <p>Hinweis: Die Erweiterung um Kontur- und Orientierungstoleranz existiert nur in Systemen mit vorhandener Option "Polynominterpolation".</p> |
| G643: | <p>Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen (satzintern)</p> <p>Mit <code>G643</code> wird im Gegensatz zu <code>G642</code> kein eigener Überschleifsatz gebildet, sondern es werden achsspezifisch satzinterne Überschleifbewegungen eingefügt. Der Überschleifweg kann für jede Achse unterschiedlich sein.</p> |
| G644: | <p>Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik</p> <p>Hinweis: <code>G644</code> ist bei aktiver Kinematischer Transformation nicht möglich. Es wird intern auf <code>G642</code> umgeschaltet.</p> |
| G645: | <p>Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen von Ecken und tangentialer Satzübergänge unter Einhaltung definierter Toleranzen</p> <p><code>G645</code> arbeitet an Ecken gleich wie <code>G642</code>. Mit <code>G645</code> werden lediglich auch bei tangentialen Satzübergängen Überschleifsätze gebildet, wenn der Krümmungsverlauf der Originalkontur in mindestens einer Achse einen Sprung aufweist.</p> |

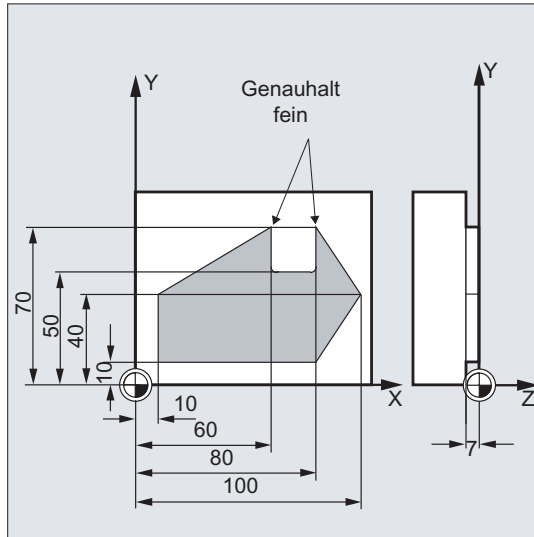
Hinweis

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 Verfahrssatzes (je nach `REPOS`-Modus).

Beispiel



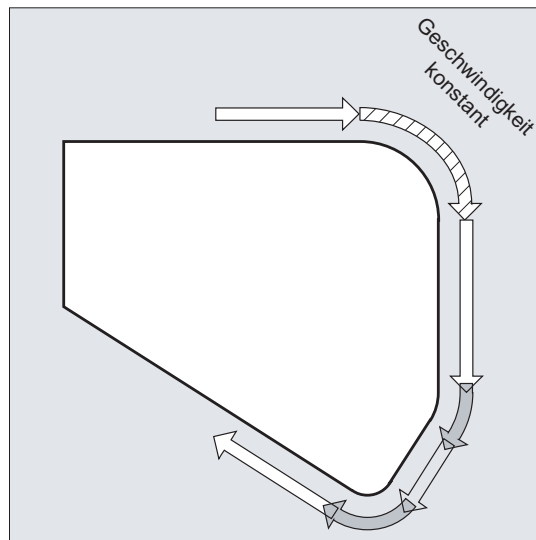
Die beiden Außenecken an der Nut sollen exakt angefahren werden. Ansonsten soll im Bahnsteuerbetrieb gefertigt werden.

| 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

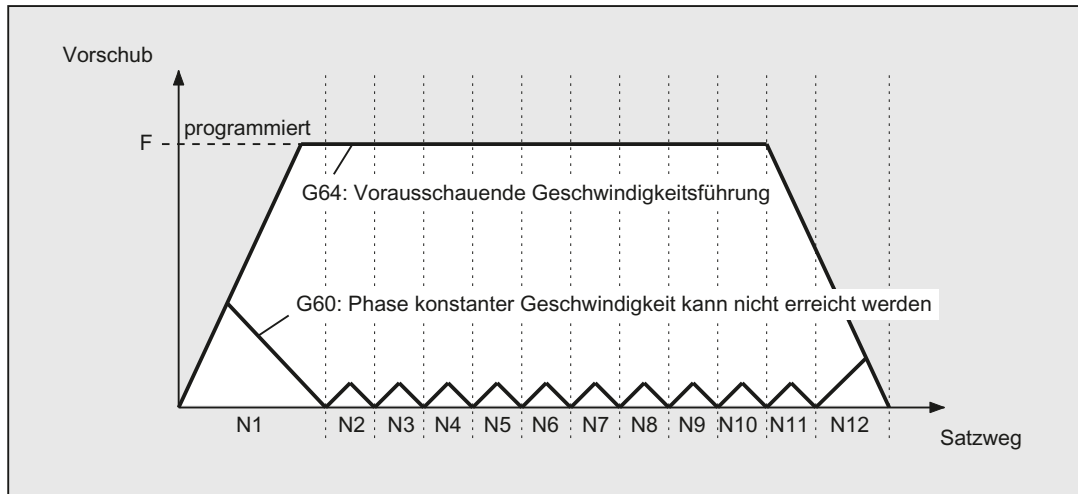
Sind nicht alle Bahnachsen in FGROUPE enthalten, wird es an Satzübergängen für die nicht enthaltenen Achsen häufig einen Geschwindigkeitssprung geben, den die Steuerung durch ein Absenken der Geschwindigkeit am Satzwechsel auf den durch MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL und MD32310 \$MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR 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.

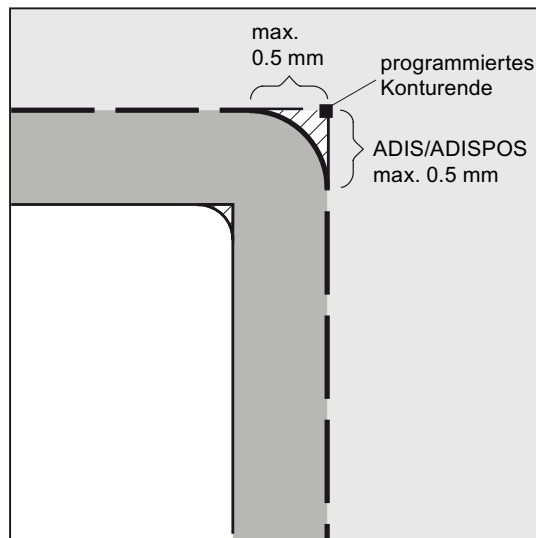
Nachteil: Für alle Achsen steht nur ein ADIS-Wert zur Verfügung.

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 parametrisierten 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 Überschleifzwischenätze

In den folgenden Fällen wird kein Überschleifzwischenatz eingefügt:

- Zwischen beiden Sätzen wird angehalten.
Dies tritt auf, wenn:
 - eine Hilfsfunktionsausgabe vor Bewegung im Folgesatz steht.
 - der Folgesatz keine Bahnbewegung enthält.
 - für den Folgesatz zum ersten Mal eine Achse als Bahnachse verfährt, die zuvor Positionierachse war.
 - für den Folgesatz zum ersten Mal eine Achse als Positionierachse verfährt, die zuvor Bahnachse war.
 - der Vorgängersatz 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 Interpolatorakt benötigt, würde der eingefügte Zwischenatz 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 überschleifen wird oder nicht. Der Überlastfaktor wird nur beim Überschleifen mit G641 / G642 berücksichtigt. Beim Überschleifen mit G643 hat der Überlastfaktor keinen Einfluss (dieses Verhalten kann auch für G641 und G642 eingestellt werden, indem MD20490 \$MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS = TRUE gesetzt wird).

- Das Überschleifen ist nicht parametrierbar.
Dies tritt auf, wenn:
 - bei G641 in G0-Sätzen ADISPOS=0 ist (Vorbelegung!).
 - bei G641 in Nicht-G0-Sätzen ADIS=0 ist (Vorbelegung!).
 - bei G641 beim Übergang zwischen G0 und Nicht-G0 bzw. Nicht-G0 und G0 der kleinere Wert aus ADISPOS und ADIS gilt.
 - bei G642/G643 alle achsspezifischen Toleranzen gleich Null sind.
- Der Satz enthält keine Verfahrbewegung (Nullsatz).
Dies tritt auf, wenn:
 - Synchronaktionen aktiv sind.
Normalerweise werden Nullsätze vom Interpreter eliminiert. Wenn aber Synchronaktionen aktiv sind, wird dieser Nullsatz eingekettet und ausgeführt. Hierbei wird ein Genauhalt entsprechend aktiver Programmierung ausgelöst. Damit soll die Synchronaktion die Möglichkeit bekommen, gegebenenfalls zu schalten.
 - durch Programmsprünge Nullsätze erzeugt werden.

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)

13.1 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

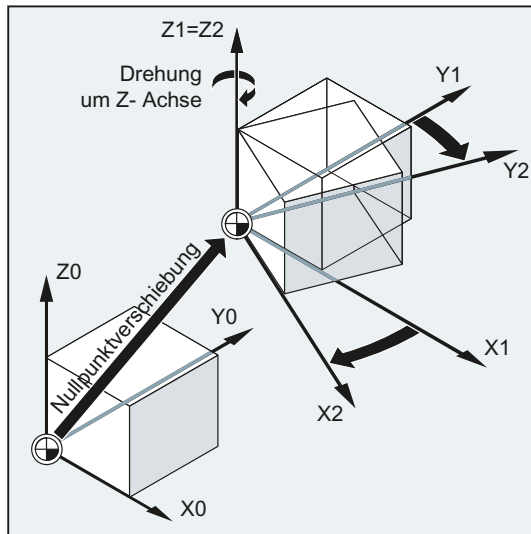
Einstellbare Frames sind die mit den Befehlen G54 bis G57 und G505 bis G599 aus jedem beliebigen NC-Programm abrufbaren einstellbaren Nullpunktverschiebungen. Die Verschiebewerte werden vom Bediener voreingestellt und im Nullpunktspeicher der Steuerung abgespeichert. Mit ihnen wird das einstellbare Nullpunktsystem (ENS) festgelegt.

Siehe:

- Einstellbares Nullpunktsystem (ENS) (Seite 31)
- Einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Seite 139)

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.



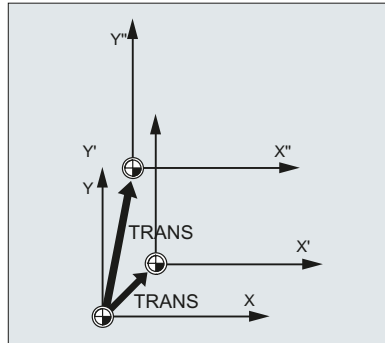
Siehe Frame-Anweisungen (Seite 305) .

13.2 Frame-Anweisungen

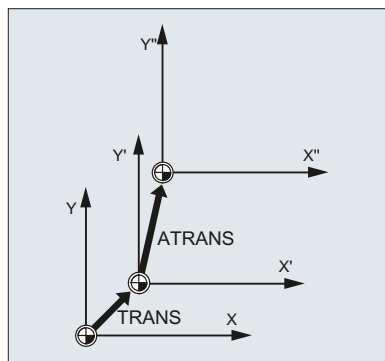
Funktion

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).

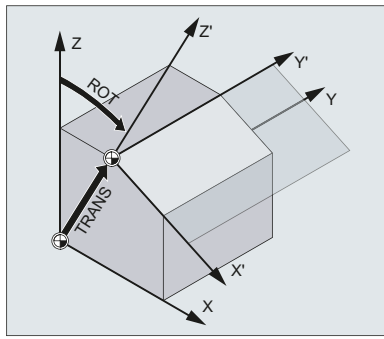


- **Additive Anweisung**
Setzt auf bereits bestehenden Frames auf. Als Bezug dient der aktuell eingestellte oder über eine Frame-Anweisung zuletzt programmierte Werkstück-Nullpunkt.



Anwendungsbeispiel

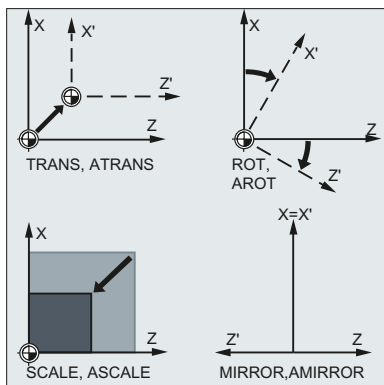
1. Verschieben des Nullpunkts des Werkstückkoordinatensystems (WKS).
2. Drehen des Werkstückkoordinatensystems (WKS) zum Ausrichten einer Ebene parallel zur gewünschten Arbeitsebene.

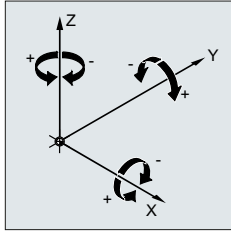


Syntax

| Ersetzende Anweisungen | Additive Anweisungen |
|------------------------|-----------------------|
| TRANS X... Y... Z... | ATrans X... Y... Z... |
| ROT X... Y... Z... | AROT X... Y... Z... |
| ROT RPL=... | AROT RPL=... |
| ROTS/CROTS X... Y... | AROTS X... Y... |
| SCALE X... Y... Z... | ASCALE X... Y... Z... |
| MIRROR X0/Y0/Z0 | AMIRROR X0/Y0/Z0 |

Bedeutung



| | | | |
|-------------------|---|--|------------|
| TRANS/ATRANS: | WKS-Verschiebung in Richtung der angegebenen Geometrieachse(n) | | |
| ROT/AROT: | WKS-Drehung: <ul style="list-style-type: none"> 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: | | $-180 \leq x \leq 180$ | |
| | | $-90 < y < 90$ | |
| | | $-180 \leq z \leq 180$ | |
| mit Eulerwinkel: | $0 \leq x < 180$ | | |
| | $-180 \leq y \leq 180$ | | |
| | $-180 \leq z \leq 180$ | | |

| | |
|-------------|---|
| 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") |

Randbedingungen

- Frame-Anweisungen müssen in einem eigenen NC-Satz programmiert werden.
- Frame-Anweisungen können einzeln angewendet oder beliebig kombiniert werden.

- Frame-Anweisungen werden in der programmierten Reihenfolge ausgeführt.
- 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.

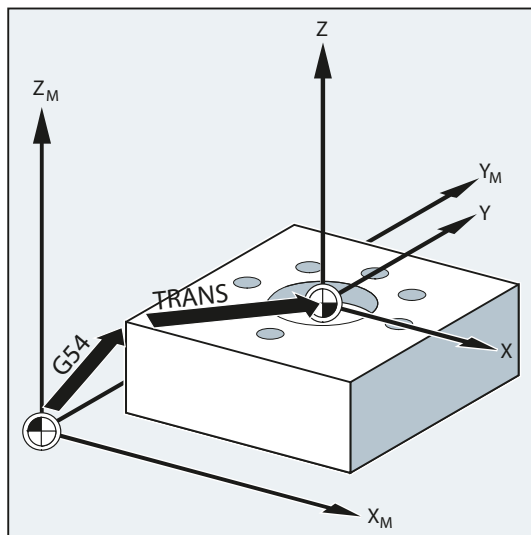
13.3 Programmierbare Nullpunktverschiebung

13.3.1 Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS)

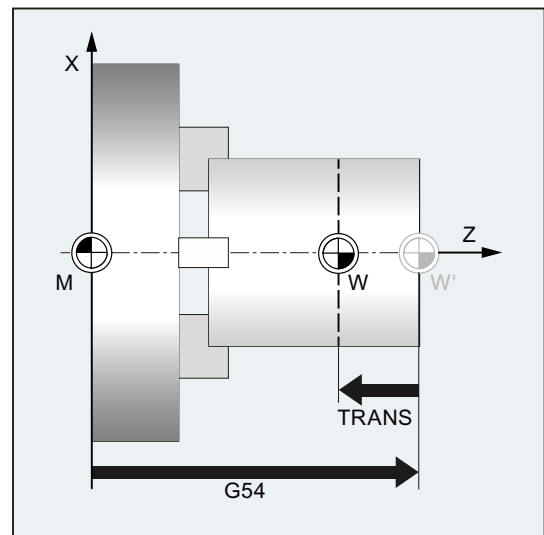
Mit dem Befehl `TRANS` wird das WKS absolut, bezogen auf das mit einer einstellbaren Nullpunktverschiebung (`G54 ... G57, G505 ... G599`) erzeugte ENS, verschoben.

Mit dem Befehl `ATRANS` wird das mit `TRANS` erzeugte WKS additiv verschoben.

Fräsen:



Drehen:



Syntax

```
TRANS X... Y... Z...
ATRANS X... Y... Z...
```

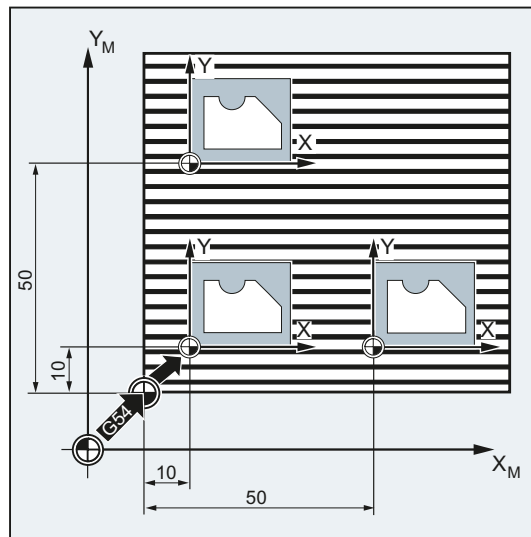
Bedeutung

| | | |
|--------|---|----|
| TRANS: | Absolute Verschiebung des WKS, bezogen auf den mit einer einstellbaren Nullpunktverschiebung (<code>G54 ... G57, G505 ... G599</code>) eingestellten Werkstücknullpunkt (ENS) | |
| | Alleine im Satz: | ja |

| | | |
|------------------|--|----|
| ATRANS: | Additive Nullpunktverschiebung des WKS, bezogen auf den mit TRANS eingestellten Werkstücknullpunkt | |
| | Alleine im Satz: | ja |
| X... Y... Z... : | Verschiebungswerte in Richtung der angegebenen Geometrieachsen | |

Beispiele

Beispiel 1: Fräsen

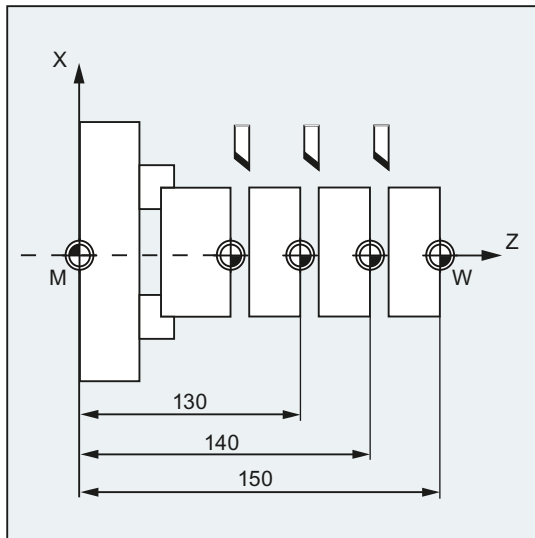


Bei diesem Werkstück kommen die gezeigten Formen in einem Programm mehrfach vor. Die Bearbeitungsfolge für diese Form ist im Unterprogramm abgelegt.

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



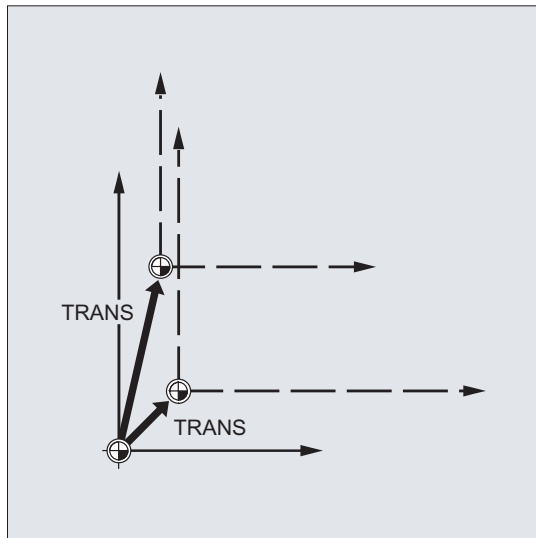
| Programmcode | Kommentar |
|--------------------------------------|-----------------------|
| N.. ... | |
| N10 TRANS X0 Z150 | Absolute Verschiebung |
| N15 L20 | Unterprogramm-Aufruf |
| N20 TRANS X0 Z140 (oder ATRANS Z-10) | Absolute Verschiebung |
| N25 L20 | Unterprogramm-Aufruf |
| N30 TRANS 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. |

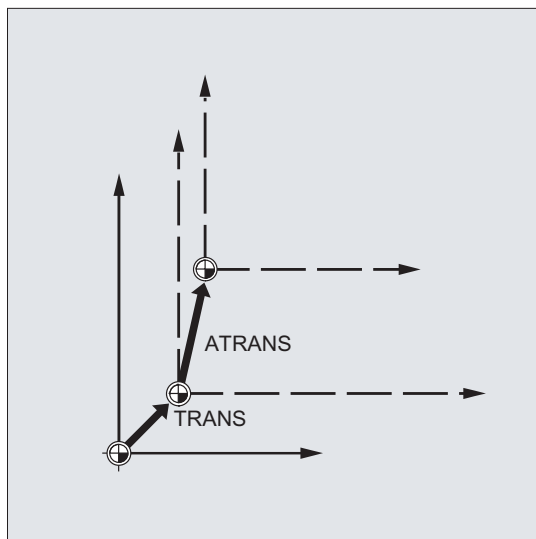


Hinweis

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.



13.3.2 Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59)

Hinweis

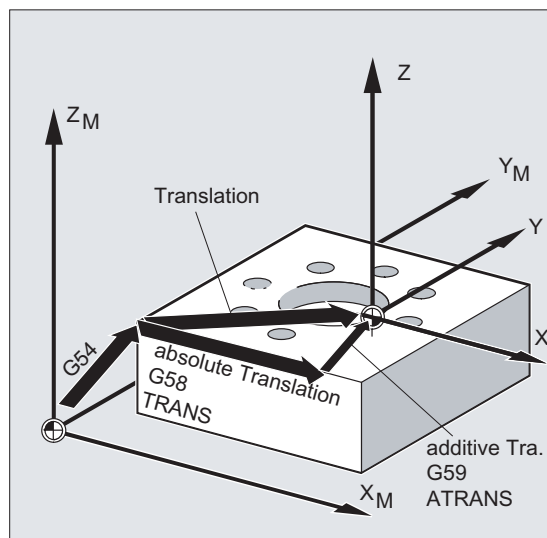
Bei SINUMERIK 828D haben die Befehle G58/G59 eine andere Funktionalität als bei SINUMERIK 840D sl:

- 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.

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 projiziert 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 bzw. Grob-Verschiebung wird durch folgende Befehle modifiziert:

- TRANS
- G58
- CTRANS
- CFINE
- \$P_PFRAME [X, TR]

Der additive Translationsanteil bzw. Fein-Verschiebung wird durch folgende Befehle modifiziert:

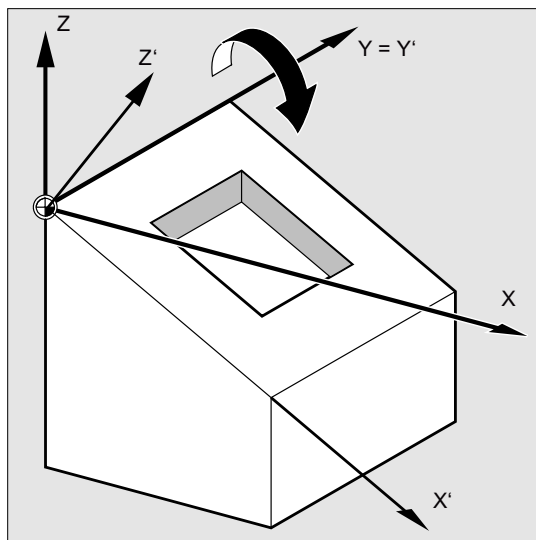
- ATRANS
- G59
- CTRANS
- CFINE
- \$P_PFRAME [X, FI]

Beispiele

| Befehl | Grob- bzw. absolute Verschiebung V_C | Fein- bzw. additive Verschiebung V_F |
|-----------------------|--|--|
| TRANS X10 | $V_C = 10$ | unverändert |
| G58 X10 | $V_C = 10$ | unverändert |
| \$P_PFRAME [X, TR]=10 | $V_C = 10$ | unverändert |
| ATrans X10 | unverändert | $V_F = V_F + 10$ |
| G59 X10 | unverändert | $V_F = 10$ |
| \$P_PFRAME [X, FI]=10 | unverändert | $V_F = 10$ |
| CTrans (X, 10) | $V_C = 10$ | $V_F = 0$ |
| CTrans () | $V_C = 0$ | $V_F = 0$ |
| CFINE (X, 10) | $V_C = 0$ | $V_F = 10$ |

13.4 Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL)

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

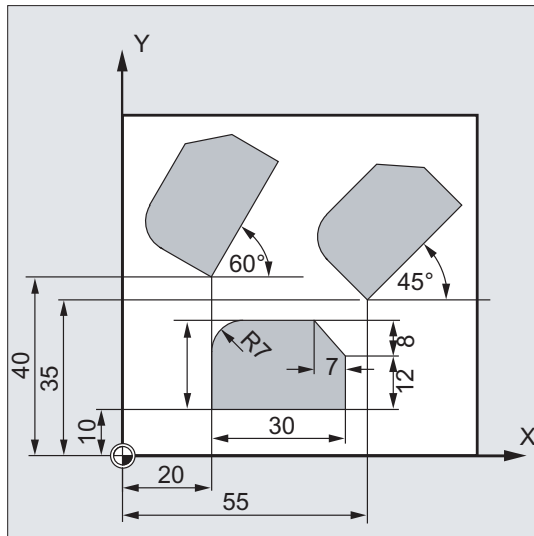
Funktionshandbuch Grundfunktionen; Kapitel "Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)" > "Frames" > "Frame-Komponenten" > "Drehung ..."

Bedeutung

| | | |
|---------------|---|--|
| 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: | $-360^\circ \leq \text{Winkel} \leq 360^\circ$ |

Beispiele

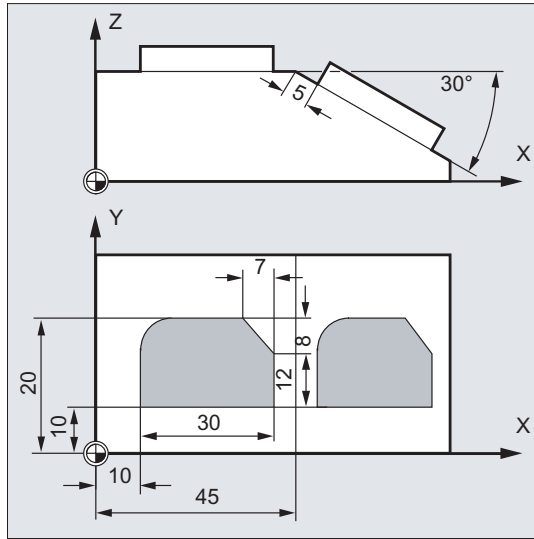
Beispiel 1: Drehung in der G17-Ebene



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

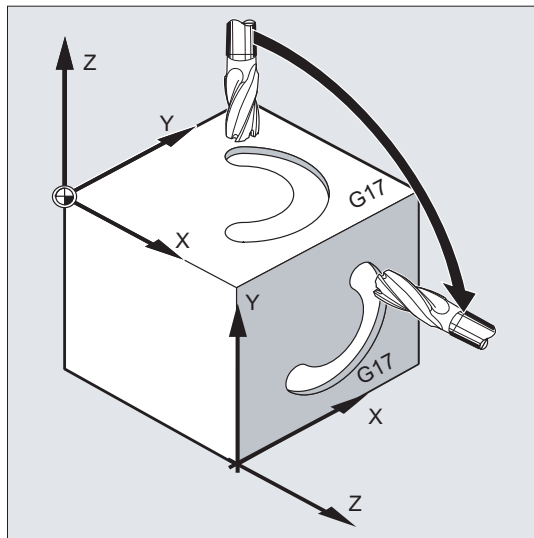


In diesem Beispiel sollen achsparelle und schräg liegende Werkstückflächen in einer Aufspannung bearbeitet werden.

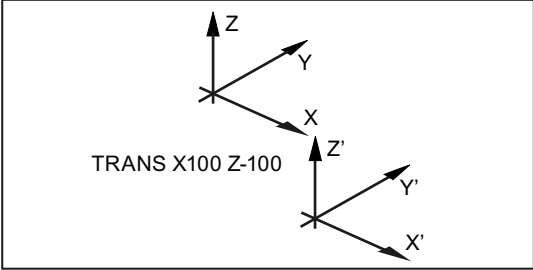
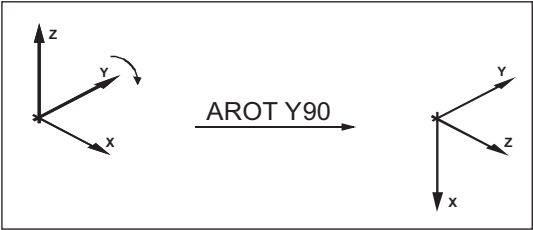
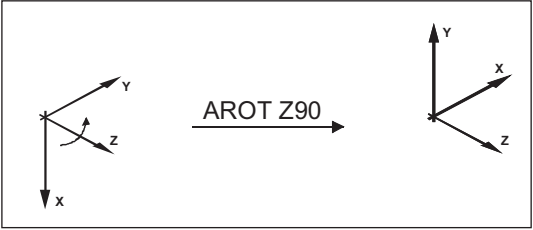
Voraussetzung:
Das Werkzeug muss zur schrägen Fläche senkrecht in der gedrehten Z-Richtung ausgerichtet werden.

| 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° |
| |  |
| 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 um die zur aktiven Ebene senkrechte Achse gedreht.

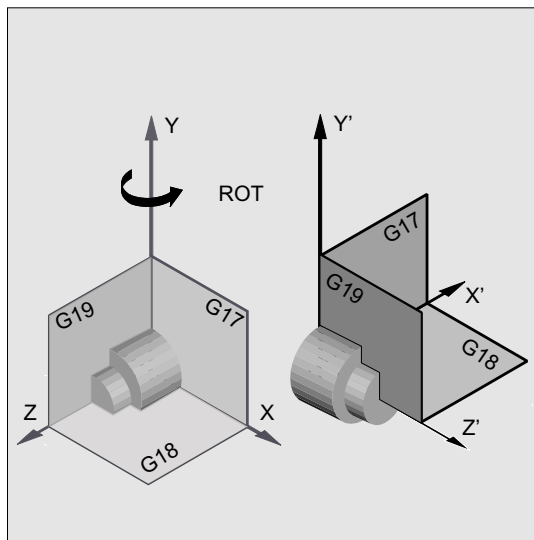


Bild 13-1 Drehung um die Y-Achse bzw. in der G18-Ebene

! WARNUNG

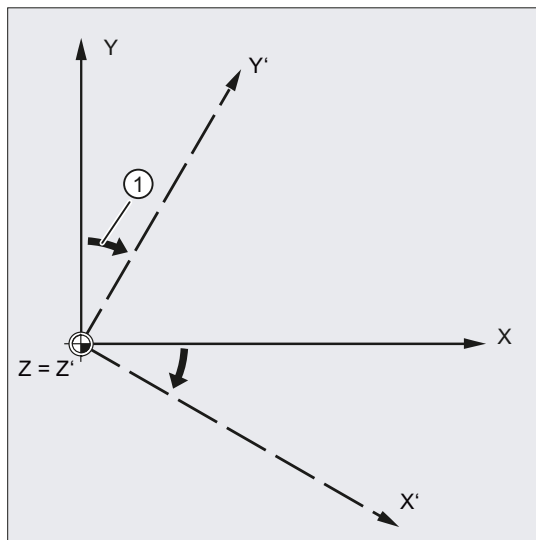
Ebenenwechsel

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.

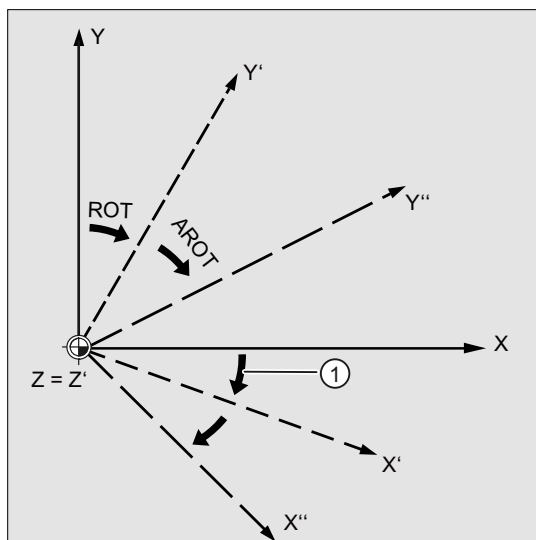


① Drehwinkel

Bild 13-2 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 13-3 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

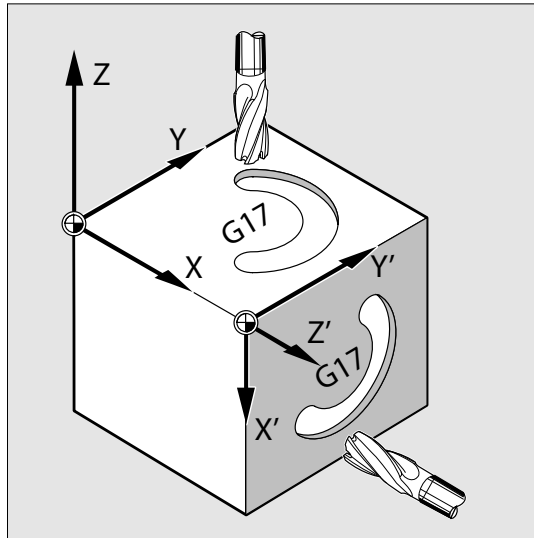
Das WKS liegt auf der Deckfläche des Werkstücks. Durch Verschiebung und Drehung wird das Koordinatensystem in eine der Seitenflächen verschoben. Die Arbeitsebene G17 dreht

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.



13.5 Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS)

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

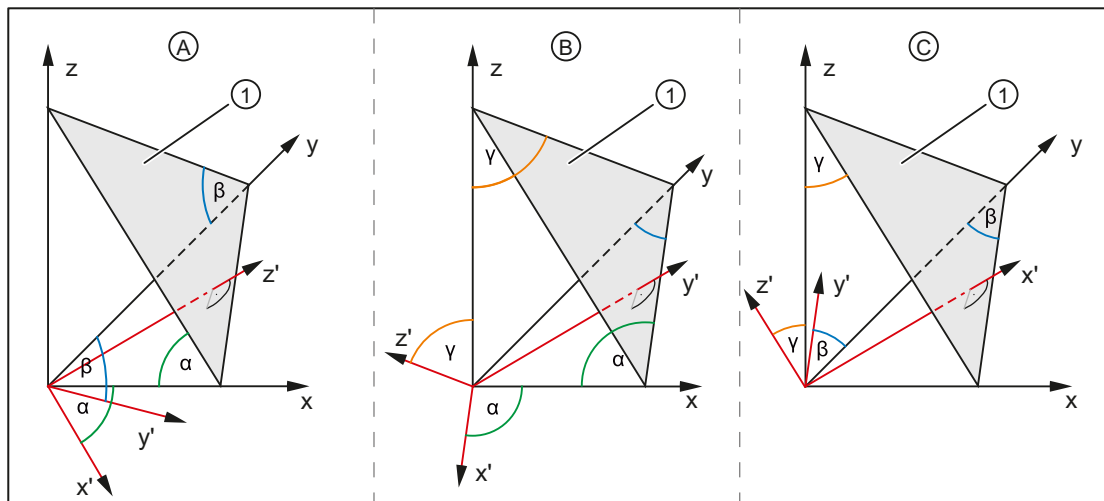
Geometrieachsbezeichner

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` α β 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 314)").

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 \Rightarrow 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 \Rightarrow 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 \Rightarrow 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: <ul style="list-style-type: none"> • $\alpha \rightarrow X$ • $\beta \rightarrow Y$ • $\gamma \rightarrow Z$ |

13.6 Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE)

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...
```

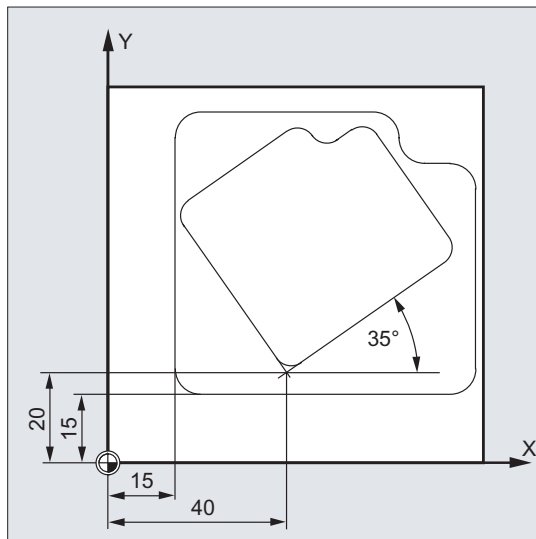
Hinweis

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 |

| Programmcode | Kommentar |
|----------------------|--|
| 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

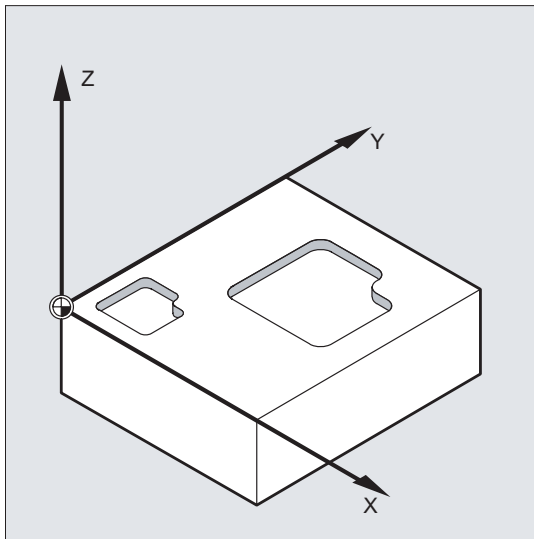
SCALE X... Y... Z...

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

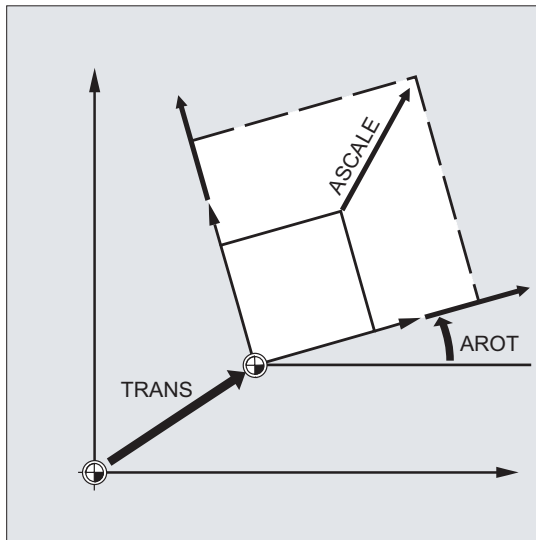
Der Befehl `SCALE` setzt alle Frame-Komponenten des vorher gesetzten programmierbaren Frames zurück.



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

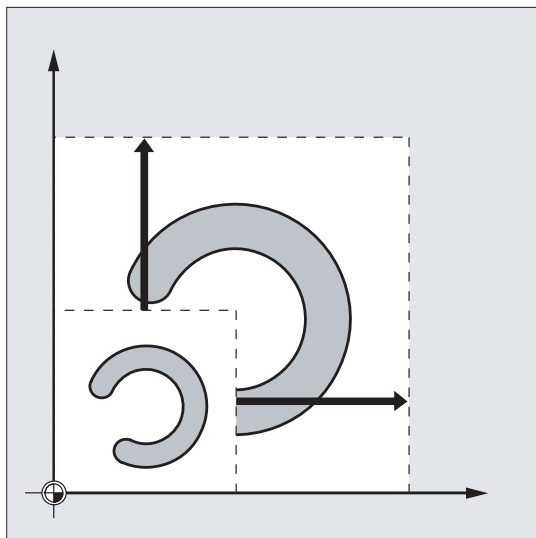
Wenn nach `SCALE` eine Verschiebung mit `ATRANS` programmiert wird, dann werden die Verschiebewerte ebenfalls skaliert.

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.

13.7 Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR)

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

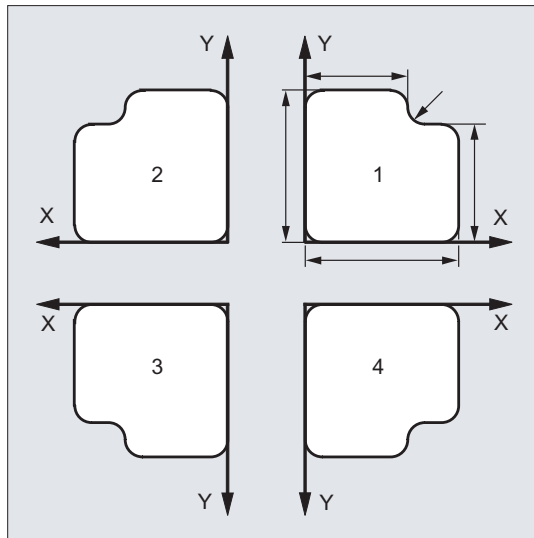
Frame-Anweisungen werden jeweils in einem eigenen NC-Satz programmiert.

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

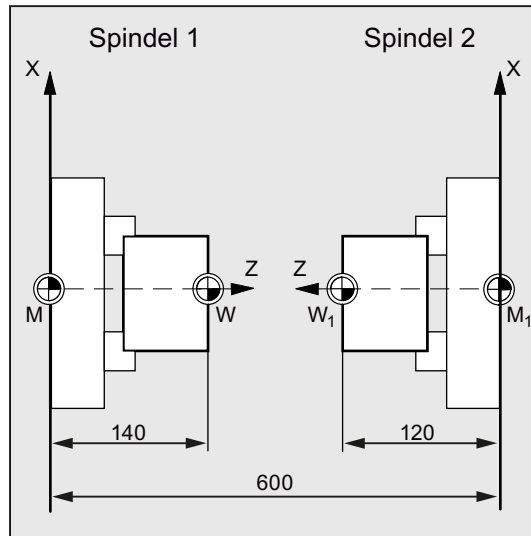
Beispiel 1: Fräsen



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 |

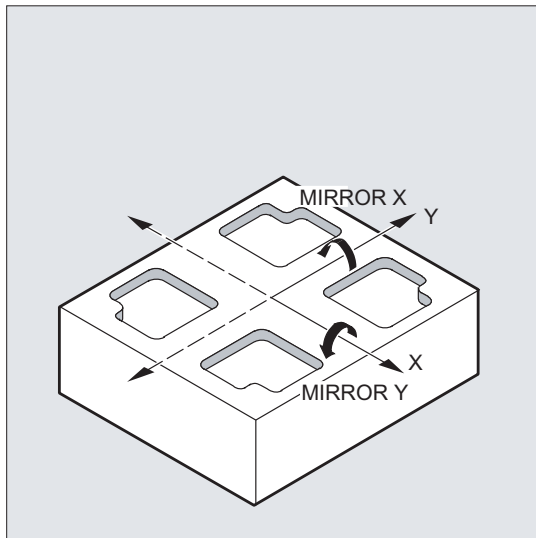
Weitere Informationen

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.

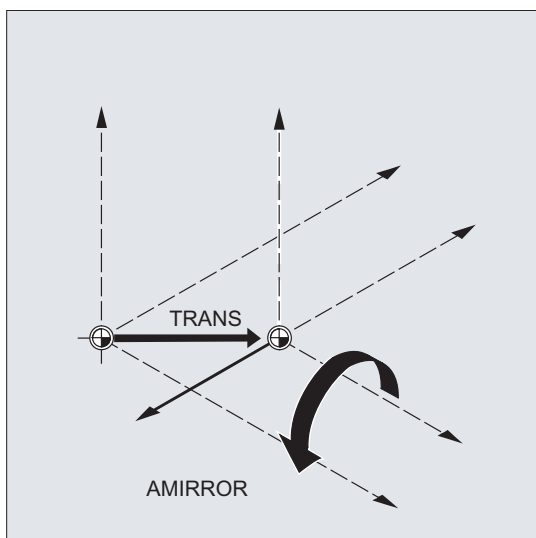
ACHTUNG

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

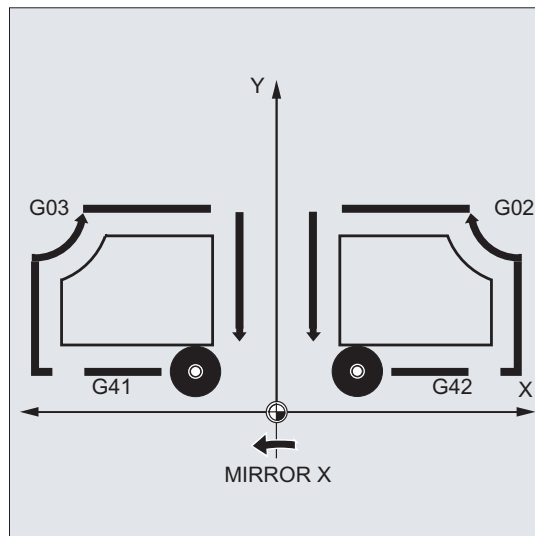
Für alle Achsen: MIRROR (ohne Achsangabe)

Hierbei werden alle Frame-Komponenten des vorher programmierten Frames zurückgesetzt.

Werkzeuginnenkorrektur

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: <ul style="list-style-type: none"> • Bei programmierten Achswerten ≠ 0 wird die Achse gespiegelt, wenn sie noch nicht gespiegelt ist. • Bei einem programmierten Achswert = 0 wird eine Spiegelung ausgeschaltet. |

13.8 Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT)

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).

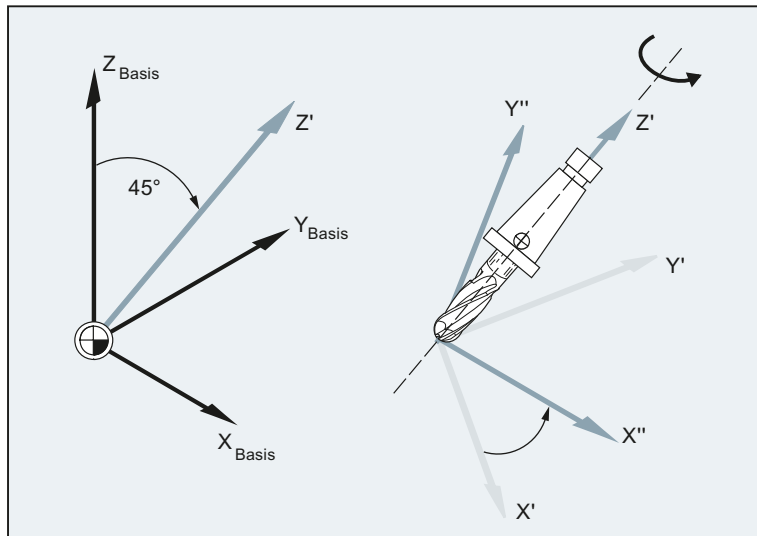
Die Lage der beiden Achsen X und Y ist dabei abhängig von der Einstellung im Maschinendatum MD21110 \$MC_X_AXES_IN_OLD_X_Z_PLANE (Koordinatensystem bei automatischer Frame-Definition). Das neue Koordinatensystem wird entweder so belassen, wie es sich aus der Kinematik der Maschine ergibt, oder es wird 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 Werkzeugschneidens aktiviert werden. Damit wird ein Frame definiert, welches die Lage des Werkstückkoordinatensystems so verändert, dass es zu keiner Ausgleichsbewegung der Maschine kommt. Der Sprachbefehl PAROT wird nicht abgelehnt, wenn kein orientierbarer Werkzeugträger aktiv ist.

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"

13.9 Frame abwählen (G53, G153, SUPA, G500)

Beim Abarbeiten bestimmter Vorgänge, wie z. B. dem Anfahren des Werkzeugwechsellpunkts, 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

G53
 G153
 SUPA
 G500
 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 (<code>\$P_ACTBFRAME</code>) |
| SUPA: | SUPA wirkt wie G153 und unterdrückt darüber hinaus: <ul style="list-style-type: none"> • 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: | ohne Achsangabe bewirkt ein Löschen der programmierbaren Frames. |

13.10 Überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF)

Die über Handradverfahren eingestellten additiven Nullpunktverschiebungen (DRF-Verschiebungen) und die über die Systemvariable \$AA_OFF[<Achse>] programmierten Positionsoffsets können über die Teileprogrammbeefehle 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. |
| ... | |

| Programmcode | Kommentar |
|------------------------------------|--|
| 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 Teileprogrammbehl 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

Funktion

Mit der Hilfsfunktionsausgabe wird der PLC zeitgerecht mitgeteilt, wann das Teileprogramm bestimmte Schalthandlungen der Werkzeugmaschine durch die PLC vornehmen lassen will. Dies geschieht durch Übergabe der entsprechenden Hilfsfunktionen mit ihren Parametern an die PLC-Schnittstelle. Die Verarbeitung der übergebenen Werte und Signale muss durch das PLC-Anwendungsprogramm erfolgen.

Hilfsfunktionen

Folgende Hilfsfunktionen können an die PLC übertragen werden:

| Hilfsfunktion | Adresse |
|-------------------|---------|
| Werkzeugwahl | T |
| Werkzeugkorrektur | D, DL |
| Vorschub | F / FA |
| Spindeldrehzahl | S |
| M-Funktionen | M |
| H-Funktionen | H |

Für jede Funktionsgruppe oder Einzelfunktion wird mit Maschinendaten festgelegt, ob die Ausgabe **vor**, **mit** oder **nach** der Verfahrbewegung ausgelöst wird.

Die PLC kann zu verschiedenem Quittungsverhalten für Hilfsfunktionsausgaben veranlasst werden.

Eigenschaften

Wichtige Eigenschaften der Hilfsfunktionen sind in folgender Übersichtstabelle zusammengefasst:

| Funktion | Adresserweiterung | | Wert | | | Erläuterungen | Maximale Anzahl pro Satz |
|----------|------------------------------|--------------|--|-------------|---------------------------|---|--------------------------|
| | Bedeutung | Bereich | Bereich | Typ | Bedeutung | | |
| M | - | 0 (implizit) | 0 ... 99 | INT | Funktion | Für den Wertebereich zwischen 0 und 99 ist die Adresserweiterung 0. Zwingend ohne Adresserweiterung: M0, M1, M2, M17, M30 | 5 |
| | Spindel-Nr. | 1 - 12 | 1 ... 99 | INT | Funktion | M3, M4, M5, M19, M70 mit Adresserweiterung Spindel-Nr. (z. B. M2=5 ; Spindel-Halt für Spindel 2) . Ohne Spindel-Nr. gilt die Funktion für die Masterspindel. | |
| | Beliebig | 0 - 99 | 100 ... 2147483647 | INT | Funktion | Anwender-M-Funktion* | |
| S | Spindel-Nr. | 1 - 12 | 0 ... ± 1,8*10 ³⁰⁸ | REAL | Drehzahl | Ohne Spindel-Nr. gilt die Funktion für die Masterspindel. | 3 |
| H | Beliebig | 0 - 99 | 0 ... ± 2147483647 ± 1,8*10 ³⁰⁸ | INT REAL | Beliebig | Funktionen haben im NCK keine Wirkungen, ausschließlich durch PLC zu realisieren.* | 3 |
| T | Spindel-Nr (bei aktiver WZV) | 1 - 12 | 0 - 32000 (auch Werkzeugnamen bei aktiver WZV) | INT | Werkzeugwahl | Werkzeugnamen gehen nicht an die PLC-Schnittstelle. | 1 |
| D | - | - | 0 - 12 | INT | Werkzeugkorrekturwahl | D0: Abwahl Vorbesetzung: D1 | 1 |
| DL | Ortsabhängige Korrektur | 1 - 6 | 0 ... ± 1,8*10 ³⁰⁸ | REAL | Werkzeugfeinkorrekturwahl | Bezieht sich auf zuvor gewählte D-Nummer. | 1 |
| F | - | - | 0.001 - 999 999,999 | REAL | Bahnvor-schub | | 6 |
| FA | Achs-Nr. | 1 - 31 | 0.001 - 999 999,999 | REAL | Achsvor-schub | | |

* 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 projiziert wurden, können für einzelne Ausgaben mit dem Schlüsselwort QU als schnelle Ausgabe definiert werden. Der Programmablauf wird fortgesetzt, ohne auf die Quittung für die Ausführung der Zusatzfunktion zu warten (Transportquittung wird abgewartet). Hierdurch lassen sich unnötige Haltepunkte und Unterbrechungen der Fahrbewegungen vermeiden.

Hinweis

Für die Funktion "Schnelle Funktionsausgaben" müssen entsprechende Maschinendaten gesetzt sein (→ **Maschinenhersteller!**).


Funktionsausgaben bei Fahrbewegungen

Die Übertragung von Informationen sowie das Warten auf entsprechende Reaktionen kosten Zeit und beeinflussen daher auch die Fahrbewegungen.

Schnelle Quittung ohne Satzwechselferzögerung

Das Satzwechselferhalten kann durch Maschinendatum beeinflusst werden. Mit der Einstellung "ohne Satzwechselferzögerung" ergibt sich für schnelle Hilfsfunktionen folgendes Verhalten:

| Hilfsfunktionsausgabe | Verhalten |
|-------------------------|---|
| vor Bewegung | Der Satzübergang zwischen Sätzen mit schnellen Hilfsfunktionen erfolgt ohne Unterbrechung und ohne Geschwindigkeitsreduzierung. Die Ausgabe der Hilfsfunktionen erfolgt im ersten Interpolatortakt 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 |
| <p>Funktionsausgaben im Bahnsteuerbetrieb</p> <p>Funktionsausgaben vor den Verfahrbewegungen unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb (G64 / G641) und erzeugen für den vorherigen Satz einen Genauhalt.</p> <p>Funktionsausgaben nach den Verfahrbewegungen unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb (G64 / G641) und erzeugen für den aktuellen Satz einen Genauhalt.</p> <p>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.</p> |

14.1 M-Funktionen

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 |

| M-Funktion | Bedeutung |
|------------|--|
| M6 | Werkzeugwechsel (Standardeinstellung) |
| M17* | Programmende Unterprogramm |
| M19 | Spindel positionieren |
| M30* | Programmende Hauptprogramm (wie M2) |
| M40 | Automatische Getriebebeschaltung |
| 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 Verfahrenbewegung 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 Maschinenspezifisch. Eine bestimmte M-Funktion kann daher an unterschiedlichen Maschinen eine unterschiedliche Funktionalität besitzen.

Die an einer Maschine zur Verfügung stehenden M-Funktionen und deren Funktionalitäten sind den Angaben des Maschinenherstellers zu entnehmen.

Beispiele

Beispiel 1: Maximale Anzahl an M-Funktionen im Satz

| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------------------|--|
| N10 S... | |
| N20 X... M3 | ; M-Funktion im Satz mit Achsbewegung, ; Spindel läuft vor der X-Achsbewegung hoch. |
| N180 M789 M1767 M100 M102 M376 | ; Maximal 5 M-Funktionen im Satz. |

Beispiel 2: M-Funktion als schnelle Ausgabe

| Programmcode | Kommentar |
|-------------------------|------------------------------|
| N10 H=QU(735) | ; Schnelle Ausgabe für H735. |
| N10 G1 F300 X10 Y20 G64 | |
| N20 X8 Y90 M=QU(7) | ; Schnelle Ausgabe für M7. |

M7 wurde als schnelle Ausgabe programmiert, so dass der Bahnsteuerbetrieb (G64) nicht unterbrochen wird.

Hinweis

Setzen Sie diese Funktion nur in Einzelfällen ein, da z. B. im Zusammenwirken mit anderen Funktionsausgaben die zeitliche Abstimmung verändert wird.

Weitere Informationen zu den vordefinierten M-Befehlen

Programmierter Halt: M0

Im NC-Satz mit M0 wird die Bearbeitung angehalten. Jetzt können Sie z. B. Späne entfernen, nachmessen usw.

Programmierter Halt 1 - Wahlweiser Halt: M1

M1 ist einstellbar über:

- HMI/Dialog "Programmbeeinflussung" oder
- NC/PLC-Schnittstelle

Die Programmbearbeitung der NC wird jeweils bei den programmierten Sätzen angehalten.

Programmierter Halt 2 - Eine zu M1 assoziierte Hilfsfunktion mit Halt im Programmablauf

Der programmierte Halt 2 ist über HMI/Dialog "Programmbeeinflussung" einstellbar und erlaubt jederzeit eine Unterbrechung von technologischen Abläufen am Ende des zu bearbeitenden Teils. Damit kann der Bediener in die laufende Produktion eingreifen um z. B. Fließspäne zu beseitigen.

Programmende: M2, M17, M30

Ein Programm wird mit M2, M17 oder M30 beendet. 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

15.1 Meldung ausgeben (MSG)

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 (Grund-einstellung) | Für das Schreiben der Meldung wird kein eigener Hauptaufsatz erzeugt. Es erfolgt im nächsten ausführbaren NC-Satz. Keine Unterbrechung eines aktiven Bahnsteuerbetriebs. |
| | | 1 | Für das Schreiben der Meldung wird ein eigener Hauptaufsatz erzeugt. Ein aktiver Bahnsteuerbetrieb wird unterbrochen. |
| MSG () : | Durch Programmierung von <code>MSG ()</code> 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 510)").

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. |

15.2 String in BTSS-Variable schreiben (WRTPR)

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 <code>progProtText</code> 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. |

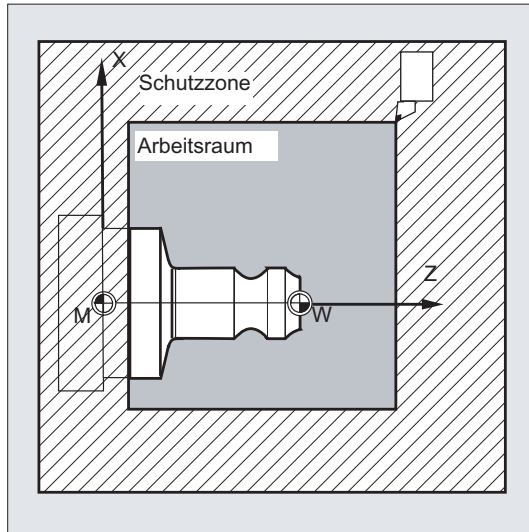
Beispiele

| 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 | |

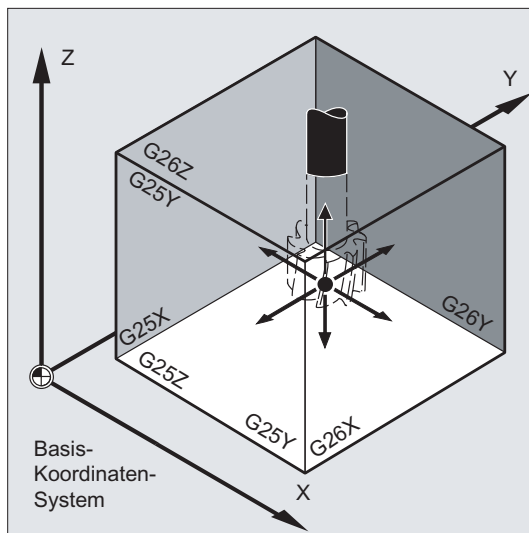
15.3 Arbeitsfeldbegrenzung

15.3.1 Arbeitsfeldbegrenzung im BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF)

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 Wertzuzuweisung in Kanalachsen im Basiskoordinatensystem |
| G26: | Obere Arbeitsfeldbegrenzung Wertzuzuweisung 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 einschalten |
| WALIMOF: | Arbeitsfeldbegrenzung für alle Achsen ausschalten |

Neben der programmierbaren Eingabe der Werte über G25/G26 ist auch eine Eingabe über achsspezifische Settingdaten möglich:

SD43420 \$SA_WORKAREA_LIMIT_PLUS (Arbeitsfeldbegrenzung plus)

SD43430 \$SA_WORKAREA_LIMIT_MINUS (Arbeitsfeldbegrenzung minus)

Aktivierung und Deaktivierung der über SD43420 und SD43430 parametrisierten Arbeitsfeldbegrenzung erfolgen richtungsspezifisch über die sofort wirksamen achsspezifischen Settingdaten:

SD43400 \$SA_WORKAREA_PLUS_ENABLE (Arbeitsfeldbegrenzung in positiver Richtung aktiv)

SD43410 \$SA_WORKAREA_MINUS_ENABLE (Arbeitsfeldbegrenzung in negativer Richtung aktiv)

Durch die richtungsspezifische Aktivierung/Deaktivierung ist es möglich, den Arbeitsbereich für eine Achse nur in einer Richtung zu begrenzen.

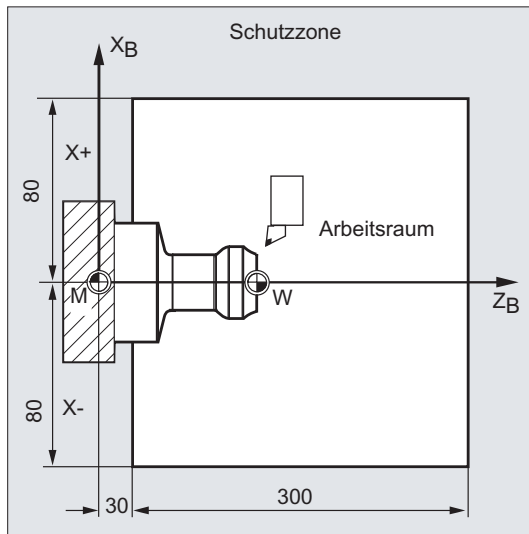
Hinweis

Die mit G25/G26 programmierte Arbeitsfeldbegrenzung hat Vorrang und überschreibt die in SD43420 und SD43430 eingetragenen Werte.

Hinweis

Mit G25/G26 können unter der Adresse S auch Grenzwerte für Spindeldrehzahlen programmiert werden. Mehr Informationen hierzu siehe " Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26) (Seite 97) ".

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 Werkzeugwechsellpunkt |
| N60 X0 | |
| N70 WALIMOF | ; Arbeitsfeldbegrenzung ausschalten |
| N80 G1 Z-2 F0.5 | ; Bohren |
| N90 G0 Z200 | ; zurück |
| N100 WALIMON | ; Arbeitsfeldbegrenzung einschalten |
| N110 X70 M30 | ; Programmende |

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 (Werkzeuflänge 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.

15.3.2 Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS (WALCS0 ... WALCS10)

Die "Arbeitsfeldbegrenzung im WKS/ENS" ermöglicht kanalspezifisch eine flexible werkstückspezifische Begrenzung des Verfahrbereichs der Kanalachsen im Werkstückkoordinatensystem (WKS) oder Einstellbaren Nullpunktsystem (ENS). Sie ist hauptsächlich für den Einsatz im Bereich konventioneller Drehmaschinen gedacht.

Voraussetzung

Die Kanalachsen müssen referenziert sein.

Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe

Damit beim Umschalten von Achszuordnungen, z. B. beim Ein/Ausschalten von Transformationen oder des aktiven Frames, die achsspezifischen Arbeitsfeldgrenzen nicht für alle Kanalachsen neu geschrieben werden müssen, stehen Arbeitsfeldbegrenzungsgruppen zur Verfügung.

Eine Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe umfasst folgende Daten:

- Arbeitsfeldgrenzen für alle Kanalachsen
- Bezugssystem der Arbeitsfeldbegrenzung

Syntax

```

...
$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[<Gruppe>]=<Wert>
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[<Gruppe>,<Kanalachsname>]=<Wert>
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[<Gruppe>,<Kanalachsname>]=<Wert>
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[<Gruppe>,<Kanalachsname>]=<Wert>
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[<Gruppe>,<Kanalachsname>]=<Wert>
...
WALCS<n>
...
WALCS0
    
```

Bedeutung

| | | |
|--|--|---|
| \$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[<n>]=<Wert>: | Koordinatensystem, auf das sich die Arbeitsfeldbegrenzung einer Gruppe bezieht | |
| | <n>: | Nummer der Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe |
| | Typ: | INT |
| | Wertebereich: | 1 ... 10 |
| | Hinweis: Die tatsächlich verfügbare Anzahl an Arbeitsfeldbegrenzungsgruppen ist abhängig von der Projektierung (→ siehe Angaben des Maschinenherstellers). | |
| <Wert>: | Wert vom Typ INT | |
| | 1 | Werkstück-Koordinatensystem (WKS) |
| | 3 | Einstellbares Nullpunktsystem (ENS) |
| \$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[<n>,<Ax>]=<Wert>: | Arbeitsfeldbegrenzung in positiver Achsrichtung für die angegebene Kanalachse freigeben | |
| \$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[<n>,<Ax>]=<Wert>: | Arbeitsfeldbegrenzung in negativer Achsrichtung für die angegebene Kanalachse freigeben | |
| <n>: | Nummer der Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe | |
| | <Ax>: | Kanalachsname |
| | <Wert>: | Wert vom Typ BOOL |
| | 0 (FALSE) | keine Freigabe |
| | 1 (TRUE) | Freigabe |
| \$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[<n>,<Ax>]=<Wert>: | Arbeitsfeldbegrenzung in positiver Richtung der angegebenen Kanalachse | |
| \$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[<n>,<Ax>]=<Wert>: | Arbeitsfeldbegrenzung in negativer Richtung der angegebenen Kanalachse | |
| <n>: | Nummer der Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe | |
| | <Ax>: | Kanalachsname |
| | <Wert>: | Wert vom Typ REAL |
| WALCS<n>: | Einschalten der Arbeitsfeldbegrenzungen der Gruppe <n> | |
| WALCS0: | Ausschalten der im Kanal aktiven Arbeitsfeldbegrenzungen | |

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 Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 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 | ; Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 2 einschalten. |
| ... | |

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.

15.4 Referenzpunktfahren (G74)

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 TRAF00F ausgeschaltet.

Beispiel

Beim Wechsel des Messsystems wird der Referenzpunkt angefahren und der Werkstücknullpunkt eingerichtet.

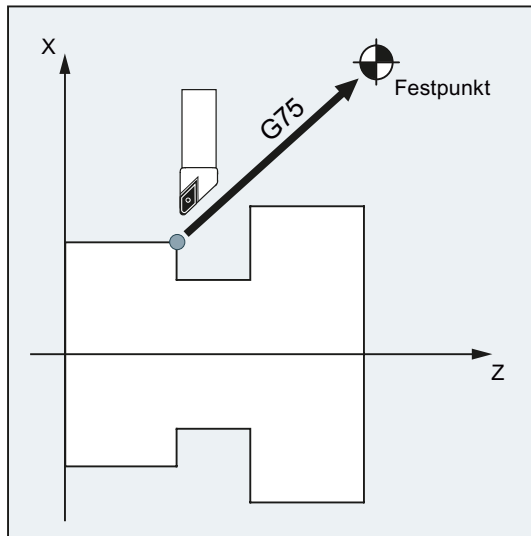
| Programmcode | Kommentar |
|-----------------------------|--|
| N10 SPOS=0 | ; Spindel in Lageregelung |
| N20 G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 C1=0 | ; Referenzpunktfahrt für Linearachsen und Rundachsen |
| N30 G54 | ; Nullpunktverschiebung |
| N40 L47 | ; Abspannprogramm |
| N50 M30 | ; Programmende |

15.5 Festpunkt anfahren (G75)

Mit dem satzweise wirksamen Befehl G75 können Achsen einzeln und unabhängig voneinander auf feste Punkte im Maschinenraum gefahren werden, z. B. auf Werkzeugwechsellpunkte, Beladepunkte, Palettenwechsellpunkte 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 verfahrenen Achsen müssen referenziert sein.
- Es darf keine Werkzeugradiuskorrektur aktiv sein.
- Es darf keine kinematische Transformation aktiv sein.
- Die zu verfahrenen Achsen dürfen an keiner aktiven Transformation beteiligt sein.
- Keine der zu verfahrenen Achsen darf Folgeachse einer aktiven Kopplung sein.
- Keine der zu verfahrenen Achsen darf Achse eines Gantry-Verbundes sein.
- Compile-Zyklen dürfen keinen Bewegungsanteil aufschalten.

Syntax

```
G75 <Achsenname><Achsenposition> ... FP=<n>
```

Bedeutung

| | | |
|--|---|-----------------|
| G75: | Festpunkt anfahren | |
| <Achsnname>: | Name der Maschinenachse, die zum Festpunkt verfahren werden soll Es sind alle Achsbezeichner zulässig. | |
| <Achspanposition>: | 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 Maschinenachspanposition 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. |

| Programmcode | Kommentar |
|------------------------|--|
| 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

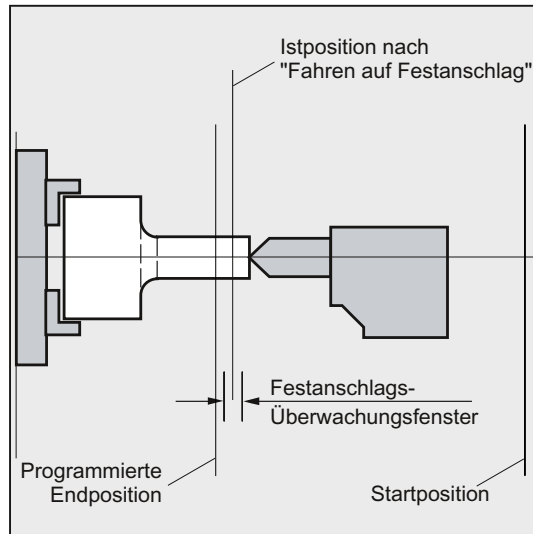
Weitere Informationen zum "Anfahren von Festpunkten" siehe:

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Handfahren und Handradfahren (H1), Kapitel: "Festpunkt anfahren in JOG"

15.6 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.

15.6 Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW)

FXSW: Optionaler Befehl zum Einstellen der Fensterbreite für die Festanschlag-Überwachung
 Angabe in mm, inch oder Grad.
 <Achse>: Maschinenachsen
 Programmiert werden Maschinenachsen (X1, Y1, Z1 usw.)

Hinweis

Die Befehle FXS, FXST und FXSW sind modal wirksam.

Die Programmierung von FXST und FXSW ist optional: Erfolgt keine Angabe, gilt jeweils der zuletzt programmierte Wert bzw. der im entsprechenden Maschinendatum eingestellte Wert.

Fahren auf Festanschlag aktivieren: FXS[<Achse>] = 1

Die Bewegung zum Zielpunkt kann als Bahn- oder Positionierachsbewegung beschrieben werden. Bei Positionierachsen ist die Funktion auch über Satzgrenzen hinaus möglich.

Fahren auf Festanschlag kann auch für mehrere Achsen gleichzeitig und parallel zur Bewegung anderer Achsen stattfinden. Der Festanschlag muss zwischen Start- und Zielposition liegen.

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) eintritt und Fahren auf Festanschlag nicht schon läuft, soll FXS für Achse Y aktiviert werden. Das Moment soll 10% des Nennmomentes betragen. Für die Breite des Überwachungsfensters gilt der Vorbesetzungswert.

Programmcode

```
N10 IDS=1 WHENEVER (($R1=1) AND ($AA_FXS[Y]==0)) DO $R1=0 FXS[Y]=1  
FXST[Y]=10
```

Das normale Teileprogramm muss dafür sorgen, dass \$R1 zum gewünschten Zeitpunkt gesetzt wird.

Deaktivieren aus Synchronaktionen

Beispiel:

Wenn ein erwartetes Ereignis vorliegt (\$R3) und der Zustand "Anschlag angefahren" (Systemvariable \$AA_FXS) besteht, soll FXS abgewählt werden.

Programmcode

```
IDS=4 WHENEVER (($R3==1) AND ($AA_FXS[Y]==1)) DO FXS[Y]=0  
FA[Y]=1000 POS[Y]=0
```

Festanschlag wurde erreicht

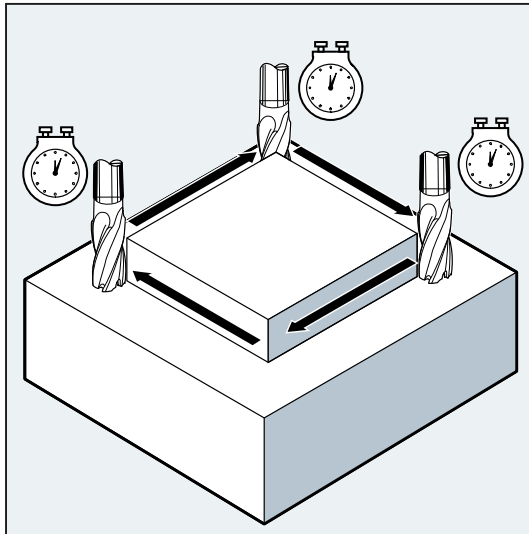
Nachdem der Festanschlag erreicht ist:

- wird der Restweg gelöscht und der Lagesollwert nachgeführt.
- steigt das Antriebsmoment bis zum programmierten Grenzwert FXSW an und bleibt dann konstant.
- wird die Überwachung des Festanschlags innerhalb der gegebenen Fensterbreite aktiv.
Randbedingungen
- Messen mit Restweglöschen
"Messen mit Restweglöschen" (Befehl MEAS) und "Fahren auf Festanschlag" können nicht gleichzeitig in einem Satz programmiert werden.
Ausnahme:
Eine Funktion wirkt auf eine Bahnachse und die andere auf eine Positionierachse, oder beide wirken auf Positionierachsen.
- Konturüberwachung
Während "Fahren auf Festanschlag" aktiv ist, erfolgt keine Konturüberwachung.
- Positionierachsen
Bei "Fahren auf Festanschlag" mit Positionierachsen wird der Satzwechsel unabhängig von der Festanschlagsbewegung durchgeführt.

- Link- und Containerachsen
Fahren auf Festanschlag ist auch zulässig für Link- und Containerachsen.
Der Zustand der zugeordneten Maschinenachse bleibt über Container-Drehung hinweg erhalten. Dies gilt auch für modale Momentenbegrenzung mit FOCON.
Literatur:
 - Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln an mehreren NCUs, Dezentrale Systeme (B3)
 - Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Thema: "Fahren auf Festanschlag (FXS und FOCON/FOCOF)"
- Fahren auf Festanschlag ist nicht möglich:
 - bei Gantry-Achsen
 - für konkurrierende Positionierachsen, die ausschließlich von der PLC gesteuert werden (die Anwahl von FXS muss aus dem NC-Programm erfolgen).
- Wird die Momentengrenze zu weit abgesenkt, kann die Achse der Sollwertvorgabe nicht mehr folgen, der Lageregler geht in die Begrenzung und die Konturabweichung steigt an. In diesem Betriebszustand kann es bei Erhöhung der Momentengrenze zu ruckartigen Bewegungen kommen. Um sicherzustellen, dass die Achse noch folgen kann, ist zu kontrollieren, dass die Konturabweichung nicht größer ist als bei unbegrenztem Moment.

15.7 Verweilzeit (G4)

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% Drehzahl-override: t = 0,1 min). |
| N50 X... | ; In N10 programmierter Vorschub und Spindeldrehzahl wirken weiterhin. |

15.8 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: | |
| ... | |

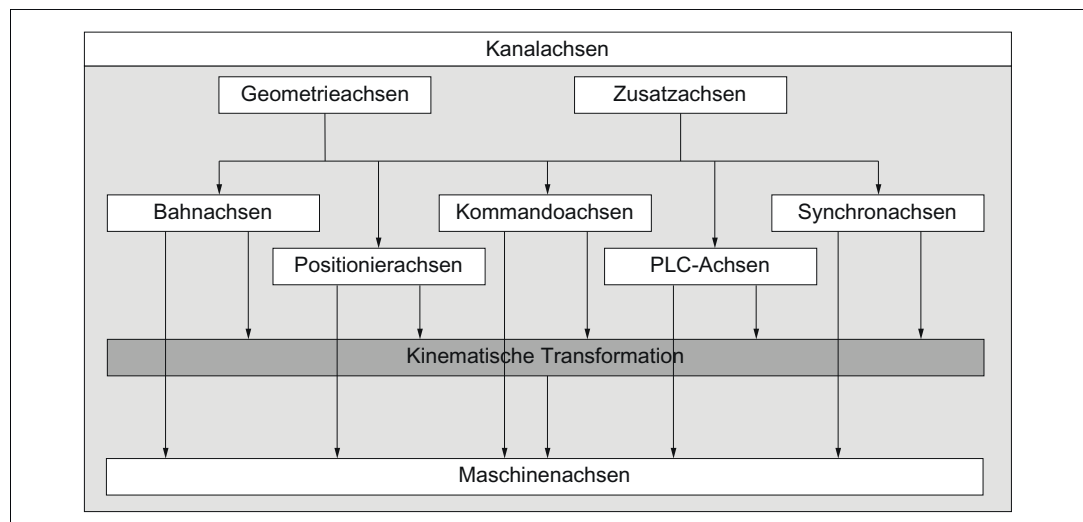
Sonstige Informationen

16.1 Achsen

Achstypen

Im Rahmen der Programmierung werden folgende Achstypen unterschieden:

- Maschinenachsen
- Geometrieachsen
- Zusatzachsen
- Bahnachsen
- Synchronachsen
- Positionierachsen
- Kommandoachsen
- PLC-Achsen / Konkurrierende Positionierachsen
- Link-Achsen (Funktion NCU-Link)
- Lead-Linkachsen (Funktion NCU-Link)



16.1.1 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.

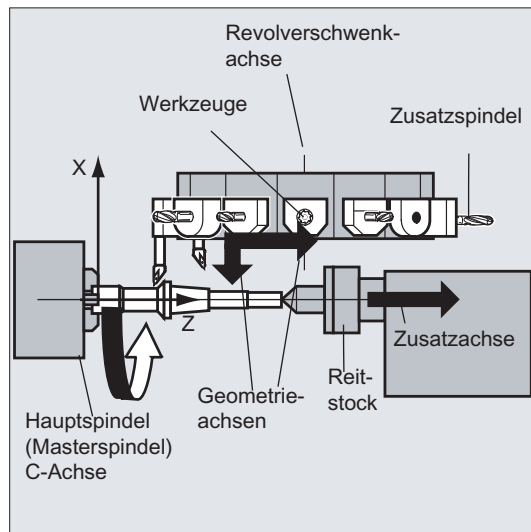
Achsbezeichner

Der Name/Bezeichner einer Geometrieachse kann über das folgende Maschinendatum festgelegt werden:

MD20060 \$MC_AXCONF_GEOAX_NAME_TAB (Geometrieachsname im Kanal)

Standardbezeichnung bei Drehmaschinen:

1. Geometrieachse: X
2. Geometrieachse: Z



Standardbezeichnung bei Fräsmaschinen:

1. Geometrieachse: X
2. Geometrieachse: Y
3. Geometrieachse: 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 Kanalachsenamen können in allen Kanälen gleich sein. So kann ein Programm in jedem beliebigen Kanal abgearbeitet werden.

16.1.2 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. |

16.1.3 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

16.1.4 Maschinenachsen

Maschinenachsen sind die physikalisch an der Maschine vorhandenen Achsen.

Die programmierte Bewegung einer Bahn- oder Zusatzachse kann durch eine im Kanal aktive Transformation (`TRANSMIT`, `TRACYL` oder `TRAORI`) auf mehrere Maschinenachsen wirken.

Maschinenachsen werden nur Sonderfällen direkt im Programm angesprochen (z. B. beim Referenzpunkt- oder Festpunktfahren).

Achsbezeichner

Der Name/Bezeichner einer Maschinenachse kann über das folgende NC-spez. Maschinendatum festgelegt werden:

MD10000 \$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB (Maschinenachsname)

Standardeinstellung: X1, Y1, Z1, A1, B1, C1, U1, V1

Die Maschinenachsen haben darüber hinaus feste Achsbezeichner, die unabhängig vom im Maschinendatum eingestellten Namen immer verwendet werden können:

AX1, AX2, ..., AX<n>

16.1.5 Kanalachsen

Als Kanalachsen werden alle Geometrie-, Zusatz- und Maschinenachsen bezeichnet, die einem Kanal zugeordnet sind.

Achsbezeichner

Der kanalspezifische Name/Bezeichner einer Geometrie- und Zusatzachsen kann über das folgende Maschinendatum festgelegt werden:

MD20080 \$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB (Kanalachsname)

Standardeinstellung: X, Y, Z, A, B, C, U, V

Die Zuordnung, auf welche Maschinenachse eine Geometrie- oder Zusatzachsen im Kanal abgebildet wird, wird in folgendem Maschinendatum festgelegt:

MD20070 \$MC_AXCONF_MACHAX_USED (verwendete Maschinenachsen)

16.1.6 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, FGROU, FL, FGREF) (Seite 99)".

16.1.7 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 107)".

16.1.8 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.

16.1.9 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:

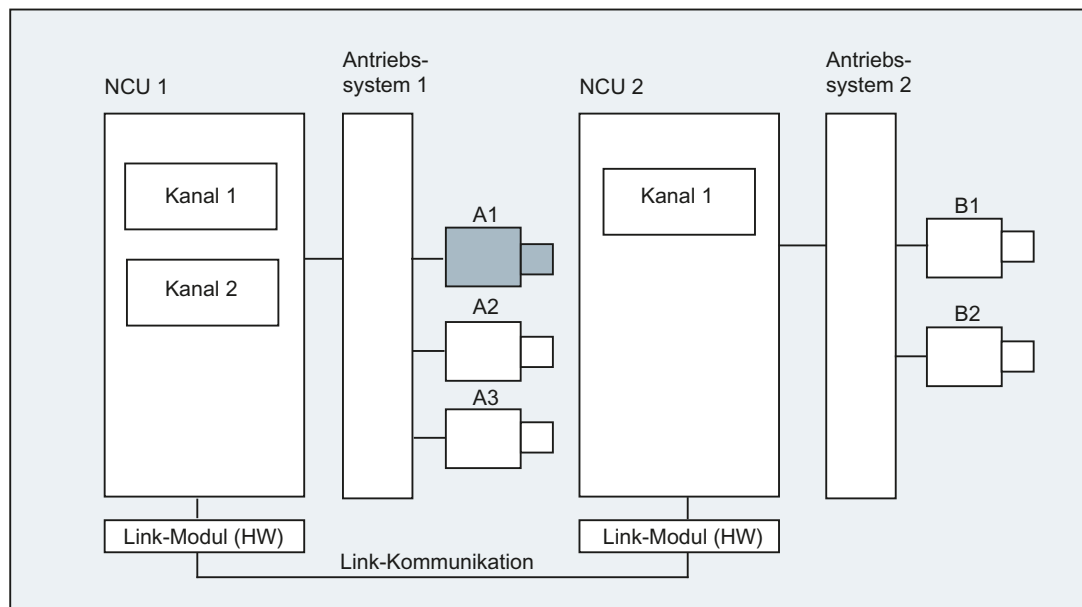
Funktionshandbuch Synchronaktionen

16.1.10 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.

16.1.11 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**. Achs-tausch 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.

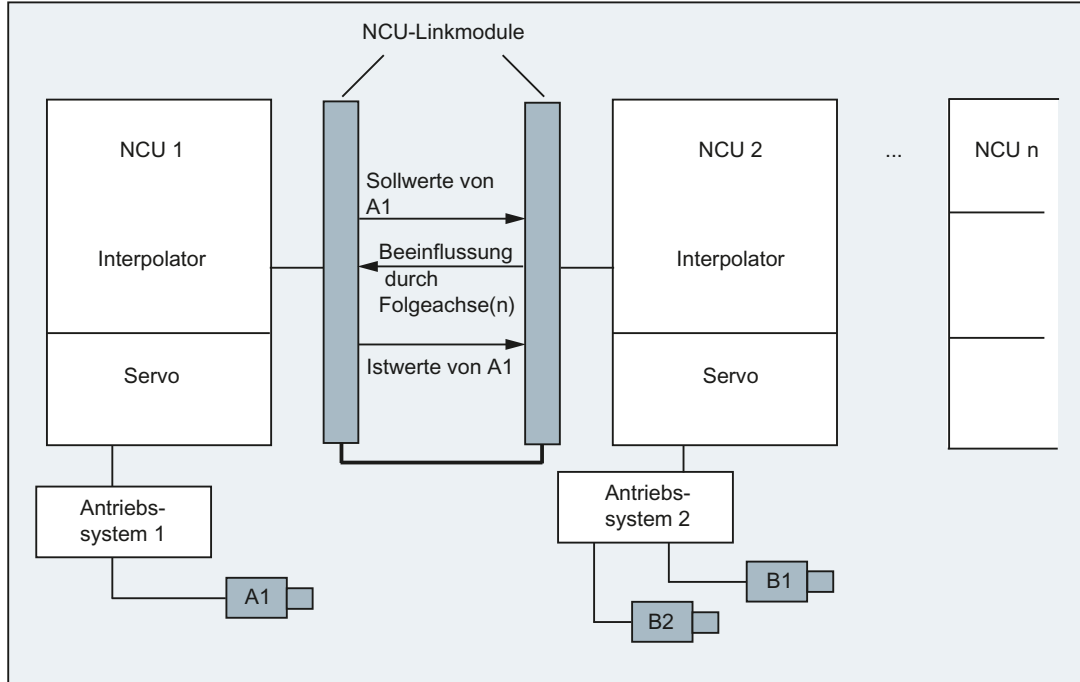
Literatur:

Die Funktion Achscontainer ist beschrieben in:

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

16.1.12 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 Interpolatortakt 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. wechselseitig von verschiedenen NCUs angesprochen werden.
- Eine Lead-Link-Achse kann nicht programmierte Führungsschse 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 |

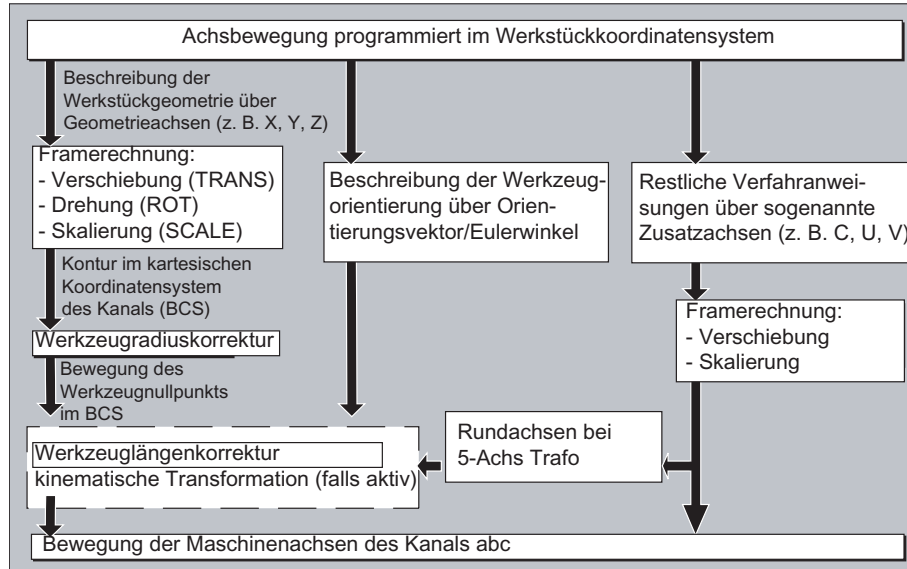
Werden diese Systemvariablen durch die NCU der Leitachse aktualisiert, so werden die neuen Werte auch an die NCUs übertragen, die Folgeachsen abhängig von dieser Leitachse verfahren wollen, übertragen.

Literatur:

Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

16.2 Vom Fahrbefehl zur Maschinenbewegung

Den Zusammenhang zwischen den programmierten Achsbewegungen (Fahrbefehlen) und den daraus resultierenden Maschinenbewegungen soll das folgende Bild veranschaulichen:

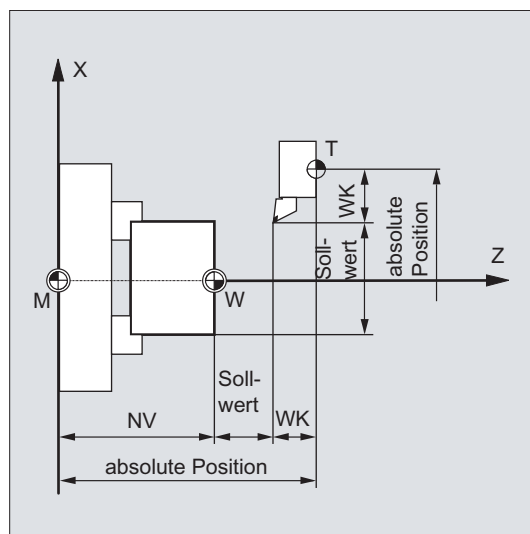


16.3 Wegberechnung

Die Wegberechnung ermittelt die in einem Satz zu verfahrenende Wegstrecke unter Berücksichtigung aller Verschiebungen und Korrekturen.

Allgemein gilt:

$$\text{Weg} = \text{Sollwert} - \text{Istwert} + \text{Nullpunktverschiebung (NV)} + \text{Werkzeugkorrektur (WK)}$$

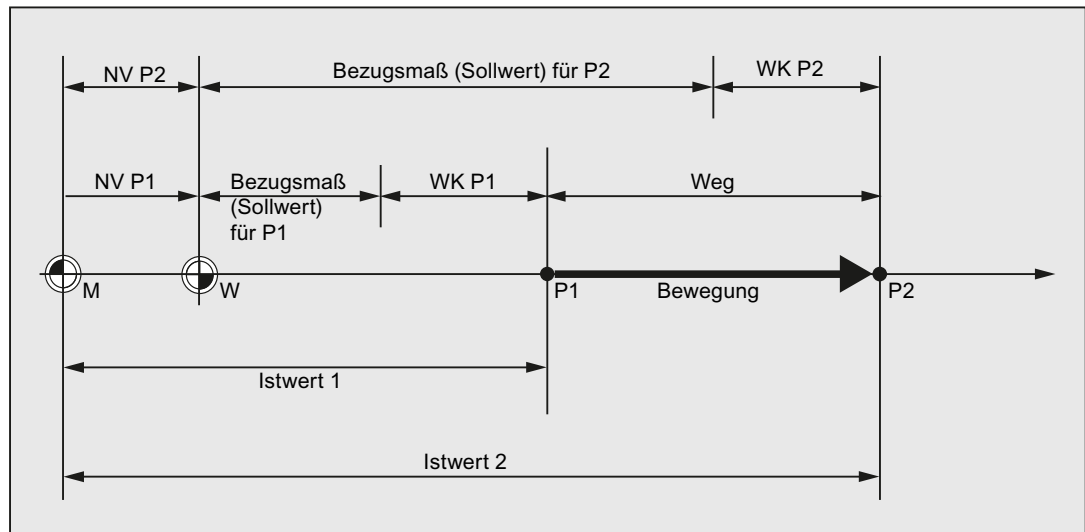


Wird in einem neuen Programmsatz eine neue Nullpunktverschiebung und eine neue Werkzeugkorrektur programmiert, so gilt:

- bei Bezugsmaßeingabe:

$$\text{Weg} = (\text{Bezugsmaß P2} - \text{Bezugsmaß P1}) + (\text{NV P2} - \text{NV P1}) + (\text{WK P2} - \text{WK P1}).$$
- bei Kettenmaßeingabe:

$$\text{Weg} = \text{Kettenmaß} + (\text{NV P2} - \text{NV P1}) + (\text{WK P2} - \text{WK P1}).$$



16.4 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 445)".

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 450)".

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 445)".

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. |

16.5 Namen

Die Befehle nach DIN 66025 werden durch die NC-Hochsprache unter anderem mit benannten Objekten ergänzt.

Benannten Objekten können z.B. sein:

- Systemvariablen
- Anwenderdefinierte Variablen
- Achsen / Spindeln
- Unterprogramme
- Schlüsselwörter
- Sprungmarken
- Makros

Hinweis

Bezeichner müssen eindeutig sein. Derselbe Bezeichner darf nicht für verschiedene Objekte verwendet werden.

Namensregeln

Ein Name kann unter Einhaltung folgender Regeln frei gewählt werden:

- Erlaubte Zeichen:
 - Buchstaben: A ... Z, a ... z
 - Ziffern: 0 ... 9
 - Unterstrich: _
- Die ersten beiden Zeichen **müssen** Buchstaben oder Unterstriche sein.
- Maximale Länge: :
 - Programmnamen (Seite 33)
 - Achsnamen: 8 Zeichen
 - Variablennamen: 31 Zeichen

Hinweis

Reservierte Schlüsselwörter dürfen nicht als Bezeichner verwendet werden.

Zyklen

Zur Vermeidung von Namenskonflikten wird empfohlen folgende Festlegung bei der Vergabe von Namen für Anwender-Zyklen zu beachten:

| Zeichenfolge | reserviert für Namen von |
|---|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• CYCLE• CUST_• GROUP_• _• S_• E_• F_ | SIEMENS-Zyklen |
| <ul style="list-style-type: none">• CCS_ | SIEMENS-Compile-Zyklen |
| <ul style="list-style-type: none">• CC_ | Anwender-Compile-Zyklen |

Anwender-Zyklen

Für Namen von Anwender-Zyklen wird empfohlen diesen mit U_ zu beginnen.

Variablen

Eine ausführliche Beschreibung zur Namensgebung von Variablen findet sich in:

Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung

- **Systemvariablen**
Kapitel "Flexible NC-Programmierung" > "Variablen" > "Systemvariable"
- **Anwendervariablen**
Kapitel "Flexible NC-Programmierung" > "Variablen" > "Definition von Anwendervariablen (DEF)"

16.6 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 $-0.1 \cdot 10^{-3}$ 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 |
|--|--|
| <code>\$MC_TOOL_MANAGEMENT_MASK='H7F'</code> | <code>; Durch Zuweisung der Hexadezimal-Konstante werden in dem Maschinendatum Bit 0-7 gesetzt.</code> |

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 |
|--|---|
| <code>\$MN_AUXFU_GROUP_SPEC='B10000001'</code> | <code>; Durch Zuweisung der Binärkonstante werden in dem Maschinendatum Bit 0 und Bit 7 gesetzt.</code> |

Hinweis

Die maximale Zeichenzahl ist durch den Wertebereich des ganzzahligen Datentyps begrenzt.

Tabellen

17.1 Anweisungen

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| : | O | NC-Hauptsatznummer, Sprungmarkenabschluss, Kettungsoperator | | + | | PGAsI |
| * | O | Operator für Multiplikation | | + | | PGAsI |
| + | O | Operator für Addition | | + | | PGAsI |
| - | O | Operator für Subtraktion | | + | | PGAsI |
| < | O | Vergleichsoperator, kleiner | | + | | PGAsI |
| << | O | Verkettungsoperator für Strings | | + | | PGAsI |
| <= | O | Vergleichsoperator, kleiner gleich | | + | | PGAsI |
| = | O | Zuweisungsoperator | | + | | PGAsI |
| >= | O | Vergleichsoperator, größer gleich | | + | | PGAsI |
| / | O | Operator für Division | | + | | PGAsI |
| /0 | | Satz wird ausgeblendet (1. AusblendeEbene) ^o | | + | | PGsI |
| ... | | ... | | | | |
| ... | | ... | | | | |
| /7 | | Satz wird ausgeblendet (8. AusblendeEbene) | | | | |
| A | A | Achsname | m/s | + | | PGAsI |
| A2 | A | Werkzeugorientierung: RPY- oder Eulerwinkel | s | + | | PGAsI |
| A3 | A | Werkzeugorientierung: Vektorkomponente Richtung-/Flächennormal | s | + | | PGAsI |
| A4 | A | Werkzeugorientierung: Flächennormalvektor für den Satzanfang | s | + | | PGAsI |
| A5 | A | Werkzeugorientierung: Flächennormalenvektor für das Satzende | s | + | | PGAsI |
| ABS | F | Absolutwert (Betrag) | | + | + | PGAsI |
| AC | K | absolute Maßangabe von Koordinaten/Positionen | s | + | | PGsI |
| ACC | K | Beeinflussung der aktuellen axialen Beschleunigung | m | + | + | PGsI |
| ACCLIMA | K | Beeinflussung der aktuellen maximalen axialen Beschleunigung | m | + | + | PGAsI |
| ACN | K | absolute Maßangabe für Rundachsen, Position in negativer Richtung anfahren | s | + | | PGsI |
| ACOS | F | Arcus-Cosinus (Trigon. Funktion) | | + | + | PGAsI |
| ACP | K | absolute Maßangabe für Rundachsen, Position in positiver Richtung anfahren | s | + | | PGsI |
| ACTBLOCNO | P | Ausgabe der aktuellen Satznummer eines Alarmsatzes, auch wenn "aktuelle Satzanzeige unterdrückt" (DISPLOF) aktiv ist! | | + | | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| ADDFRAME | F | Einrechnung und evtl. Aktivierung eines gemessenen Frames | | + | - | PGAsl, FB1sl (K2) |
| ADIS | A | Überschleifabstand für Bahnfunktionen G1, G2, G3, ... | m | + | | PGsl |
| ADISPOS | A | Überschleifabstand für Eilgang G0 | m | + | | PGsl |
| ADISPOSA | P | Größe des Toleranzfenster für IPOBRKA | m | + | + | PGAsl |
| ALF | A | Schnellabhebewinkel | m | + | | PGAsl |
| AMIRROR | G | Programmierbare Spiegelung | s | + | | PGsl |
| AND | K | Logisches UND | | + | | PGAsl |
| ANG | A | Konturzug-Winkel | s | + | | PGsl |
| AP | A | Polarwinkel | m/s | + | | PGsl |
| 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 |
| APX | K | Definition des Zugriffsschutzes für die Ausführung des angegebenen Sprachelements | | + | | PGAsl |
| AR | A | Öffnungswinkel | m/s | + | | PGsl |
| AROT | G | Programmierbare Drehung | s | + | | PGsl |
| AROTS | G | Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln | s | + | | PGsl |
| AS | K | Makro-Definition | | + | | PGAsl |
| ASCALE | G | Programmierbare Skalierung | s | + | | PGsl |
| ASIN | F | Rechenfunktion, Arcussinus | | + | + | PGAsl |
| ASPLINE | G | Akima-Spline | m | + | | PGAsl |
| ATAN2 | F | Arcus-Tangens2 | | + | + | PGAsl |
| ATOL | K | achs-spezifische Toleranz für Kompressor-Funktionen, Orientierungsglättung und Überschleifarten | | + | | PGAsl |
| ATRANS | G | additive programmierbare Verschiebung | s | + | | PGsl |
| AUXFUDEL | P | Hilfsfunktion kanalspezifisch aus der globalen Liste löschen | | + | - | FB1sl (H2) |
| AUXFUDELG | P | Alle Hilfsfunktionen einer Hilfsfunktionsgruppe kanalspezifisch aus der globalen Liste löschen | | + | - | FB1sl (H2) |
| AUXFUMSEQ | P | Ausgabe-Reihenfolge für M-Hilfsfunktionen ermitteln | | + | - | FB1sl (H2) |
| AUXFUSYNC | P | Aus der globalen Liste der Hilfsfunktionen einen vollständigen Teileprogrammsatz für das kanalspezifische SERUPRO-Ende-ASUP als String generieren | | + | - | FB1sl (H2) |
| AX | K | Variabler Achsbezeichner | m/s | + | | PGAsl |
| AXCTSWE | P | Achscontainer drehen | | + | - | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| AXCTSWEC | P | Freigabe zur Achscontainer-Drehung zurücknehmen | | + | + | PGAsI |
| AXCTSWED | P | Achscontainer drehen (Befehlsvariante für die Inbetriebnahme!) | | + | - | PGAsI |
| AXIS | K | Achsbezeichner, Achsadresse | | + | | PGAsI |
| AXNAME | F | Konvertiert Eingangsstring in Achsbezeichner | | + | - | PGAsI |
| AXSTRING | F | Konvertiert den String Spindelnummer | | + | - | PGAsI |
| AXTOCHAN | P | Achse für einen bestimmten Kanal anfordern. Ist vom NC-Programm und aus Synchronaktion möglich. | | + | + | PGAsI |
| AXTOSPI | F | konvertiert Achsbezeichner in einen Spindelindex um | | + | - | PGAsI |
| B | A | Achsname | m/s | + | | PGAsI |
| B2 | A | Werkzeugorientierung: RPY- oder Eulerwinkel | s | + | | PGAsI |
| B3 | A | Werkzeugorientierung: Vektorkomponente Richtung-/Flächen-normal | s | + | | PGAsI |
| B4 | A | Werkzeugorientierung: Flächennormalvektor für den Satzanfang | s | + | | PGAsI |
| B5 | A | Werkzeugorientierung: Flächennormalenvektor für das Satzende | s | + | | PGAsI |
| B_AND | O | Bitweises UND | | + | | PGAsI |
| B_OR | O | Bitweises ODER | | + | | PGAsI |
| B_NOT | O | Bitweise Negierung | | + | | PGAsI |
| B_XOR | O | Bitweises Exklusiv-ODER | | + | | PGAsI |
| BAUTO | G | Definieren des ersten Spline-Abschnitts durch die nachfolgenden 3 Punkte | m | + | | PGAsI |
| BLOCK | K | Definiert zusammen mit dem Schlüsselwort TO den abzuarbeitenden Programmteil in einem indirekten Unterprogrammablauf | | + | | PGAsI |
| BLSYNC | K | Bearbeitung der Interruptroutine soll erst mit dem nächsten Satzwechsel beginnen | | + | | PGAsI |
| BNAT ⁶⁾ | G | Natürlicher Übergang zum ersten Spline-Satz | m | + | | PGAsI |
| BOOL | K | Datentyp: Wahrheitswerte TRUE/FALSE bzw. 1/0 | | + | | PGAsI |
| BOUND | F | Prüft, ob Wert innerhalb des definierten Wertebereichs liegt. Gleichheit gibt Prüfwert zurück. | | + | + | PGAsI |
| BRISK ⁶⁾ | G | Sprungförmige Bahnbeschleunigung | m | + | | PGAsI |
| BRISKA | P | Sprungförmige Bahnbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten | | + | - | PGAsI |
| BSPLINE | G | B-Spline | m | + | | PGAsI |
| BTAN | G | Tangentialem Übergang zum ersten Spline-Satz | m | + | | PGAsI |
| C | A | Achsname | m/s | + | | PGAsI |
| C2 | A | Werkzeugorientierung: RPY- oder Eulerwinkel | s | + | | PGAsI |
| C3 | A | Werkzeugorientierung: Vektorkomponente Richtung-/Flächen-normal | s | + | | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| C4 | A | Werkzeugorientierung: Flächennormalvektor für den Satzanfang | s | + | | PGAsl |
| C5 | A | Werkzeugorientierung: Flächennormalvektor für das Satzende | s | + | | PGAsl |
| CAC | K | Absolutes Anfahren einer Position | | + | | PGAsl |
| CACN | K | In Tabelle abgelegter Wert wird absolut in negativer Richtung angefahren | | + | | PGAsl |
| CACP | K | In Tabelle abgelegter Wert wird absolut in positiver Richtung angefahren | | + | | PGAsl |
| CALCDAT | F | Berechnet Radius und Mittelpunkt eines Kreises aus 3 oder 4 Punkten | | + | - | PGAsl |
| CALCPOSI | F | Überprüfung auf Schutzbereichsverletzung, Arbeitsfeldbegrenzung und Softwarelimits | | + | - | PGAsl |
| CALL | K | Indirekter Unterprogrammaufruf | | + | | PGAsl |
| CALLPATH | P | Programmierbarer Suchpfad bei Unterprogrammaufrufen | | + | - | PGAsl |
| CANCEL | P | Modale Synchronaktion abbrechen | | + | - | FBSYsl |
| CASE | K | Bedingte Programmverzweigung | | + | | PGAsl |
| CDC | K | Direktes Anfahren einer Position | | + | | PGAsl |
| CDOF ⁶⁾ | G | Kollisionsüberwachung AUS | m | + | | PGsl |
| CDOF2 | G | Kollisionsüberwachung AUS, bei 3D-Umfangsfräsen | m | + | | PGsl |
| CDON | G | Kollisionsüberwachung EIN | m | + | | PGsl |
| CFC ⁶⁾ | G | Konstanter Vorschub an der Kontur | m | + | | PGsl |
| CFIN | G | Konstanter Vorschub nur bei Innenkrümmung, nicht bei Außenkrümmung | m | + | | PGsl |
| CFINE | F | Zuweisung der Fein-Verschiebung an eine FRAME-Variable | | + | - | PGAsl |
| CFTCP | G | Konstanter Vorschub im Werkzeugschneiden-Bezugspunkt, Mittelpunktsbahn | m | + | | PGsl |
| 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 |
| 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 |
| CIC | K | Inkrementelles Anfahren einer Position | | + | | PGAsl |
| CIP | G | Kreisinterpolation über Zwischenpunkt | m | + | | PGsl |
| CLEARM | P | Rücksetzen einer/mehrerer Marken für Kanalkoordinierung | | + | + | PGAsl |
| CLRINT | P | Interrupt abwählen | | + | - | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| CMIRROR | F | Spiegeln an einer Koordinatenachse | | + | - | PGAsI |
| COARSEA | K | Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Grob" | m | + | | PGAsI |
| COLLPAIR | F | Prüfen auf Zugehörigkeit zu einem Kollisionspaar | | + | | PGAsI |
| COMPCAD | G | Kompressor EIN: Optimierte Oberflächen-güte bei CAD-Programmen | m | + | | PGAsI |
| COMPCURV | G | Kompressor EIN: krümmungsstetige Polynome | m | + | | PGAsI |
| COMPLETE | | Steueranweisung für das Aus- und Einlesen von Daten | | + | | PGAsI |
| COMPOF ⁶⁾ | G | Kompressor AUS | m | + | | PGAsI |
| COMPON | G | Kompressor EIN | | + | | PGAsI |
| CONTDCON | P | Konturdecodierung in Tabellenform EIN | | + | - | PGAsI |
| CONTPRON | P | Referenzaufbereitung einschalten | | + | - | PGAsI |
| CORROF | P | Alle aktiven überlagerten Bewegungen werden abgewählt. | | + | - | PGsI |
| COS | F | Cosinus (Trigon. Funktion) | | + | + | PGAsI |
| COUPDEF | P | Definition ELG-Verband / Synchronspindel-Verband | | + | - | PGAsI |
| COUPDEL | P | ELG-Verband löschen | | + | - | PGAsI |
| COUPOF | P | ELG-Verband / Synchronspindel-paar AUS | | + | - | PGAsI |
| COUPOFS | P | Ausschalten ELG-Verband / Synchronspindel-paar mit Stopp der Folgespindel | | + | - | PGAsI |
| COUPON | P | ELG-Verband / Synchronspindel-paar EIN | | + | - | PGAsI |
| COUPONC | P | Einschalten ELG-Verband / Synchronspindel-paar mit vorhergehender Programmierung übernehmen | | + | - | PGAsI |
| COUPRES | P | ELG-Verband rücksetzen | | + | - | PGAsI |
| CP ⁶⁾ | G | Bahnbewegung | m | + | | PGAsI |
| CPBC | K | Generische Kopplung: Satzwechselkriterium | | + | + | FB3sl (M3) |
| CPDEF | K | Generische Kopplung: Anlegen eines Koppelmoduls | | + | + | FB3sl (M3) |
| 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) |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| 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) |
| 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 | | + | - | FB3sl (M3) |
| CPROT | P | Kanalspezifischer Schutzbereich EIN/AUS | | + | - | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| CPROTDEF | P | Definition eines kanalspezifischen Schutzbereichs | | + | - | PGAsI |
| CPSETTYPE | K | Generische Kopplung: Kopplungstyp | | + | + | FB3sl (M3) |
| CPSYNCOPI | K | Generische Kopplung: Schwellwert für den Positionssynchronlauf "Grob" | | + | + | FB3sl (M3) |
| CPSYNCOPI2 | K | Generische Kopplung: Schwellwert für den Positionssynchronlauf "Grob" 2 | | + | + | FB3sl (M3) |
| 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 | + | | PGsI |
| CROT | F | Drehung des aktuellen Koordinatensystems | | + | - | PGAsI |
| CROTS | F | Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (Drehung in den angegebenen Achsen) | s | + | - | PGsI |
| CRPL | F | Frame-Drehung in einer beliebigen Ebene | | + | - | FB1sl (K2) |
| CSCALE | F | Maßstabsfaktor für mehrere Achsen | | + | - | PGAsI |
| CSPLINE | F | Kubischer Spline | m | + | | PGAsI |
| CT | G | Kreis mit tangentialem Übergang | m | + | | PGsI |
| CTAB | F | Ermittle Folgeachsposition anhand der Leitachsposition aus Kurventabelle | | + | + | PGAsI |
| CTABDEF | P | Tabellendefinition EIN | | + | - | PGAsI |
| CTABDEL | P | Kurventabelle löschen | | + | - | PGAsI |
| CTABEND | P | Tabellendefinition AUS | | + | - | PGAsI |
| CTABEXISTS | F | Prüft die Kurventabelle mit der Nummer n | | + | + | PGAsI |
| CTABFNO | F | Anzahl der noch möglichen Kurventabellen im Speicher | | + | + | PGAsI |
| CTABFPOL | F | Anzahl der noch möglichen Polynome im Speicher | | + | + | PGAsI |
| CTABFSEG | F | Anzahl der noch möglichen Kurvensegmente im Speicher | | + | + | PGAsI |
| CTABID | F | Liefert Tabellen-Nummer der n-ten Kurventabelle | | + | + | PGAsI |
| CTABINV | F | Ermittle Leitachsposition anhand der Folgeachsposition aus Kurventabelle | | + | + | PGAsI |
| CTABISLOCK | F | Gibt den Sperrzustand der Kurventabelle mit der Nummer n zurück | | + | + | PGAsI |
| CTABLOCK | P | Löschen und Überschreiben, sperren | | + | + | PGAsI |
| CTABMEMTYP | F | Gibt den Speicher zurück, in dem die Kurventabelle mit der Nummer n angelegt ist. | | + | + | PGAsI |
| CTABMPOL | F | Anzahl der maximal möglichen Polynome im Speicher | | + | + | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| CTABMSEG | F | Anzahl der maximal möglichen Kurvensegmente im Speicher | | + | + | PGAsl |
| CTABNO | F | Anzahl der definierten Kurventabellen im SRAM oder DRAM | | + | + | FB3sl (M3) |
| CTABNOMEM | F | Anzahl der definierten Kurventabellen im SRAM oder DRAM | | + | + | PGAsl |
| CTABPERIOD | F | Gibt die Tabellenperiodizität der Kurventabelle mit der Nummer n zurück | | + | + | PGAsl |
| CTABPOL | F | Anzahl der bereits verwendeten Polynome im Speicher | | + | + | PGAsl |
| CTABPOLID | F | Anzahl der von der Kurventabelle mit der Nummer n verwendeten Kurvenpolynome | | + | + | PGAsl |
| CTABSEG | F | Anzahl der bereits verwendeten Kurvensegmente im Speicher | | + | + | PGAsl |
| CTABSEGID | F | Anzahl der von der Kurventabelle mit der Nummer n verwendeten Kurvensegmente | | + | + | PGAsl |
| CTABSEV | F | Liefert den Endwert der Folgeachse eines Segments der Kurventabelle | | + | + | PGAsl |
| CTABSSV | F | Liefert den Startwert der Folgeachse eines Segments der Kurventabelle | | + | + | PGAsl |
| CTABTEP | F | Liefert den Wert der Leitachse am Kurventabellen-Ende | | + | + | PGAsl |
| CTABTEV | F | Liefert den Wert der Folgeachse am Kurventabellen-Ende | | + | + | PGAsl |
| CTABTMAX | F | Liefert Maximalwert der Folgeachse der Kurventabelle | | + | + | PGAsl |
| 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 |
| CUT2DF | G | 2D-Werkzeugkorrektur Die Werkzeugkorrektur wirkt relativ zum aktuellen Frame (schräge Ebene). | m | + | | PGsl |
| 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 |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| CUT3DFF | G | 3D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung abhängig vom aktiven Frame | m | + | | PGAsI |
| CUT3DFS | G | 3D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung unabhängig vom aktiven Frame | m | + | | PGAsI |
| CUTCONOF ⁶⁾ | G | Konstante Radiuskorrektur AUS | m | + | | PGsI |
| CUTCONON | G | Konstante Radiuskorrektur EIN | m | + | | PGsI |
| CUTMOD | K | Funktion "Modifikation der Korrekturdaten bei drehbaren Werkzeugen" einschalten | | + | | PGAsI |
| CYCLE60 | C | Gravurzyklus | | + | | PGAsI |
| CYCLE61 | C | Planfräsen | | + | | PGAsI |
| CYCLE62 | C | Konturaufruf | | + | | PGAsI |
| CYCLE63 | C | Konturtasche fräsen | | + | | PGAsI |
| CYCLE64 | C | Konturtasche vorbohren | | + | | PGAsI |
| CYCLE70 | C | Gewindefräsen | | + | | PGAsI |
| CYCLE72 | C | Bahnfräsen | | + | | PGAsI |
| CYCLE76 | C | Rechteckzapfen fräsen | | + | | PGAsI |
| CYCLE77 | C | Kreiszapfen fräsen | | + | | PGAsI |
| CYCLE78 | C | Bohrgewinde fräsen | | + | | PGAsI |
| CYCLE79 | C | Mehrkant | | + | | PGAsI |
| CYCLE81 | C | Bohren, Zentrieren | | + | | PGAsI |
| CYCLE82 | C | Bohren, Plansenken | | + | | PGAsI |
| CYCLE83 | C | Tieflochbohren | | + | | PGAsI |
| CYCLE84 | C | Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter | | + | | PGAsI |
| CYCLE85 | C | Reiben | | + | | PGAsI |
| CYCLE86 | C | Ausdrehen | | + | | PGAsI |
| CYCLE92 | C | Abstich | | + | | PGAsI |
| CYCLE95 | C | Konturabspannen | | + | | PGAsI |
| CYCLE98 | C | Gewindekette | | + | | PGAsI |
| CYCLE99 | C | Gewindedrehen | | + | | PGAsI |
| CYCLE495 | C | Profilieren | | + | | PGAsI |
| CYCLE751 | C | Optimierungssitzung öffnen / ausführen / schließen | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE752 | C | Achse zu einer Optimierungssitzung hinzufügen | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE753 | C | Optimierungsmodus auswählen | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE754 | C | Datensatz hinzufügen / entfernen | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE755 | C | Datensatz sichern / wiederherstellen | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE756 | C | Optimierungsergebnisse aktivieren | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE757 | C | Optimierungsdaten speichern | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE758 | C | Parameterwert ändern | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE759 | C | Parameterwert lesen | | + | | FB3sI (T4) |
| CYCLE800 | C | Schwenken | | + | | PGAsI |

Tabellen

17.1 Anweisungen

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| CYCLE801 | C | Gitter oder Rahmen | | + | | PGAsI |
| CYCLE802 | C | Beliebige Positionen | | + | | PGAsI |
| CYCLE830 | C | Tieflochbohren 2 | | + | | PGAsI |
| CYCLE832 | C | High Speed Settings | | + | | PGAsI |
| CYCLE840 | C | Gewindebohren mit Ausgleichsfutter | | + | | PGAsI |
| CYCLE899 | C | Offene Nut fräsen | | + | | PGAsI |
| CYCLE930 | C | Einstich | | + | | PGAsI |
| CYCLE940 | C | Freistich Formen | | + | | PGAsI |
| CYCLE951 | C | Abspannen | | + | | PGAsI |
| CYCLE952 | C | Konturstechen | | + | | PGAsI |
| CYCLE4071 | C | Längschleifen mit Zustellung am Umkehrpunkt | | + | | PGAsI |
| CYCLE4072 | C | Längschleifen mit Zustellung am Umkehrpunkt und Abbruchsignal | | + | | PGAsI |
| CYCLE4073 | C | Längschleifen mit kontinuierlicher Zustellung | | + | | PGAsI |
| CYCLE4074 | C | Längschleifen mit kontinuierlicher Zustellung und Abbruchsignal | | + | | PGAsI |
| CYCLE4075 | C | Flachschleifen mit Zustellung am Umkehrpunkt | | + | | PGAsI |
| CYCLE4077 | C | Flachschleifen mit Zustellung am Umkehrpunkt und Abbruchsignal | | + | | PGAsI |
| CYCLE4078 | C | Flachschleifen mit kontinuierlicher Zustellung | | + | | PGAsI |
| CYCLE4079 | C | Flachschleifen mit intermittierender Zustellung | | + | | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| D | A | Werkzeugkorrekturnummer | | + | | PGsI |
| D0 | A | Bei D0 sind die Korrekturen für das Werkzeug unwirksam | | + | | PGsI |
| DAC | K | Absolut satzweise achsspezifische Durchmesserprogrammierung | s | + | | PGsI |
| DC | K | Absolute Maßangabe für Rundachsen, Position direkt anfahren | s | + | | PGsI |
| DCI | K | Datenklasse I (= Individual) zuordnen (nur SINUMERIK 828D!) | | + | | PGAsI |
| DCM | K | Datenklasse M (= Manufacturer) zuordnen (nur SINUMERIK 828D!) | | + | | PGAsI |
| DCU | K | Datenklasse U (= Anwender) zuordnen (nur SINUMERIK 828D!) | | + | | PGAsI |
| DEF | K | Variablendefinition | | + | | PGAsI |
| DEFAULT | K | Zweig in der CASE-Verzweigung | | + | | PGAsI |
| DEFINE | K | Schlüsselwort für Makrodefinitionen | | + | | PGAsI |
| DELAYFSTOF | P | Ende eines Stopp-Delay-Bereichs definieren | m | + | - | PGAsI |
| DELAYFSTON | P | Beginn eines Stopp-Delay-Bereichs definieren | m | + | - | PGAsI |
| DELDL | F | Additive Korrekturen löschen | | + | - | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| DELDTG | P | Restweglöschen | | - | + | FBSYsl |
| DELETE | P | Die angegebene Datei löschen. Der Dateiname kann mit Pfad und Datei-Kennung angegeben werden. | | + | - | PGAsl |
| DELMOWNER | F | Eigentümergebiet des Werkzeugs löschen | | + | - | FBWsl |
| DELMRES | F | Magazinsplatz-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 Durchmesserprogrammierung: AUS in Zyklen | m | + | | FB1sl (P1) |
| DIAM90 | G | Durchmesserprogrammierung für G90, Radiusprogrammierung für G91 | m | + | | PGAsl |
| DIAM90A | K | Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung für G90 und AC, Radiusprogrammierung für G91 und IC | m | + | | PGsl |
| DIAMCHAN | K | Übernahme aller Achsen aus MD Achsfunktionen in den Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung | | + | | PGsl |
| DIAMCHANA | K | Übernahme Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung | | + | | PGsl |
| DIAMCYCOF | G | Kanalspezifische Durchmesserprogrammierung: AUS in Zyklen | m | + | | FB1sl (P1) |
| DIAMOF ⁶⁾ | G | Durchmesserprogrammierung: AUS Grundstellung siehe Maschinenhersteller | m | + | | PGsl |
| DIAMOFA | K | Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung: AUS Grundstellung siehe Maschinenhersteller | m | + | | PGsl |
| DIAMON | G | Durchmesserprogrammierung: EIN | m | + | | PGsl |
| DIAMONA | K | Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung: EIN Freischaltung siehe Maschinenhersteller | m | + | | PGsl |
| DIC | K | Relativ satzweise achsspezifische Durchmesserprogrammierung | s | + | | PGsl |
| DILF | A | Rückzugsweg (Länge) | m | + | | PGsl |
| DISABLE | P | Interrupt AUS | | + | - | PGAsl |
| DISC | A | Überhöhung Übergangskreis Werkzeug-Radiuskorrektur | m | + | | PGsl |
| DISCL | A | Abstand des Endpunkts der schnellen Zustellbewegung, von der Bearbeitungsebene | | + | | PGsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| DISPLOF | PA | Aktuelle Satzanzeige unterdrücken | | + | | PGAsI |
| DISPLON | PA | Unterdrückung der aktuellen Satzanzeige aufheben | | + | | PGAsI |
| DISPR | A | Repos-Bahndifferenz | s | + | | PGAsI |
| DISR | A | Repos-Abstand | s | + | | PGAsI |
| DISRP | A | Abstand der Rückzugsebene von der Bearbeitungsebene beim weichen An- und Abfahren | | + | | PGsI |
| DITE | A | Gewindeauslaufweg | m | + | | PGsI |
| DITS | A | Gewindeeinlaufweg | m | + | | PGsI |
| DIV | K | Integer-Division | | + | | PGAsI |
| DL | A | Ortsabhängige additive Werkzeugkorrektur an-wählen (DL, Summen- Einrichtekorrektur) | m | + | | PGAsI |
| DO | A | Schlüsselwort für Synchronaktion, löst bei erfüllter Bedingung Aktion aus | | - | + | FBSYsI |
| DRFOF | P | Ausschalten der Handradverschiebungen (DRF) | m | + | - | PGsI |
| DRIVE | G | Geschwindigkeitsabhängige Bahnbeschleunigung | m | + | | PGAsI |
| DRIVEA | P | Geknickte Beschleunigungskennlinie für die programmierten Achsen einschalten | | + | - | PGAsI |
| DYNFINISH | G | Dynamik für Feinschlichten | m | + | | PGAsI |
| DYNNORM ⁶⁾ | G | Normale Dynamik | m | + | | PGAsI |
| DYNPOS | G | Dynamik für Positionierbetrieb, Gewindebohren | m | + | | PGAsI |
| DYNROUGH | G | Dynamik für Schruppen | m | + | | PGAsI |
| DYNSEMIFIN | G | Dynamik für Schlichten | m | + | | PGAsI |
| DZERO | P | Kennzeichnet alle D-Nummern der TO-Einheit als ungültig | | + | - | PGAsI |
| EAUTO | G | Festlegung des letzten Spline-Abschnitts durch die letzten 3 Punkte | m | + | | PGAsI |
| EGDEF | P | Definition eines elektronischen Getriebes | | + | - | PGAsI |
| EGDEL | P | Kopplungsdefinition für die Folgeachse löschen | | + | - | PGAsI |
| EGOFC | P | Elektronisches Getriebe kontinuierlich ausschalten | | + | - | PGAsI |
| EGOFS | P | Elektronisches Getriebe selektiv ausschalten | | + | - | PGAsI |
| EGON | P | Elektronisches Getriebe einschalten | | + | - | PGAsI |
| EGONSYN | P | Elektronisches Getriebe einschalten | | + | - | PGAsI |
| EGONSYNE | P | Elektronisches Getriebe einschalten, mit Vorgabe von Anfahrmodus | | + | - | PGAsI |
| ELSE | K | Programmverzweigung, wenn IF-Bedingung nicht erfüllt | | + | | PGAsI |
| ENABLE | P | Interrupt EIN | | + | - | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| ENAT ⁶⁾ | G | Natürlicher Kurvenübergang zum nächsten Verfahrssatz | m | + | | PGAsl |
| ENDFOR | K | Endezeile der FOR-Zählschleife | | + | | PGAsl |
| ENDIF | K | Endezeile der IF-Verzweigung | | + | | PGAsl |
| ENDLABEL | K | Endmarke für Teilprogrammwiederholungen 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-Stilsetzen im Antrieb parametrieren | | + | | PGAsl |
| ETAN | G | Tangentialer Kurvenübergang zum nächsten Verfahrssatz bei Spline-Beginn | m | + | | PGAsl |
| EVERY | K | Synchronaktion ausführen bei Übergang der Bedingung von FALSE zu TRUE | | - | + | FBSYsl |
| 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 |
| FA | K | Axialer Vorschub | m | + | + | PGsl |
| FAD | A | Zustell-Vorschub für Weiches An- und Abfahren | | + | | PGsl |
| FALSE | K | Logische Konstante: falsch | | + | + | PGAsl |
| FB | A | Satzweiser Vorschub | | + | | PGsl |
| FCTDEF | P | Polynomfunktion definieren | | + | - | PGAsl |
| FCUB | G | Vorschub nach kubischem Spline veränderlich | m | + | | PGAsl |
| FD | A | Bahnvorschub für Handradüberlagerung | s | + | | PGsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| FDA | K | Axialer Vorschub für Handradüberlagerung | s | + | | PGsI |
| FENDNORM ⁶⁾ | G | Eckenverzögerung AUS | m | + | | PGAsI |
| FFWOF ⁶⁾ | G | Vorsteuerung AUS | m | + | | PGAsI |
| FFWON | G | Vorsteuerung Ein | m | + | | PGAsI |
| FGREF | K | Bezugsradius bei Rundachsen oder Bahnbezugsfaktoren bei Orientierungsachsen (Vektorinterpolation) | m | + | | PGsI |
| FGROUP | P | Festlegung der Achse(n) mit Bahnvorschub | | + | - | PGsI |
| FI | K | Parameter für Zugriff auf Framedaten: Feinverschiebung | | + | | PGAsI |
| FIFOCTRL | G | Steuerung des Vorlaufpuffers | m | + | | PGAsI |
| FILEDATE | P | Liefert Datum des zuletzt schreibenden Zugriffs auf die Datei | | + | - | PGAsI |
| FILEINFO | P | Liefert Summe von FILEDATE, FILESIZE, FILESTAT und FILETIME zusammen | | + | - | PGAsI |
| FILESIZE | P | Liefert aktuelle Größe der Datei | | + | - | PGAsI |
| FILESTAT | P | Liefert Filestatus der Rechte Lesen, Schreiben, Execute, Anzeigen, Löschen (rwxsd) | | + | - | PGAsI |
| FILETIME | P | Liefert Uhrzeit des zuletzt schreibenden Zugriffs auf die Datei | | + | - | PGAsI |
| FINEA | K | Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Fein" | m | + | | PGAsI |
| FL | K | Grenzgeschwindigkeit für Synchronachsen | m | + | | PGsI |
| FLIN | G | Vorschub linear veränderlich | m | + | | PGAsI |
| FMA | K | Mehrere Vorschübe axial | m | + | | PGsI |
| FNORM ⁶⁾ | G | Vorschub normal nach DIN66025 | m | + | | PGAsI |
| FOC | K | Satzweise wirksame Moment/Kraft-Begrenzung | s | - | + | FBSYsI |
| FOCOF | K | Modale Moment/Kraft-Begrenzung ausschalten | m | - | + | FBSYsI |
| FOCON | K | Modale Moment/Kraft-Begrenzung einschalten | m | - | + | FBSYsI |
| FOR | K | Zählschleife mit fester Anzahl von Durchläufen | | + | | PGAsI |
| FP | A | Festpunkt: Nummer des anzufahrenden Festpunkts | s | + | | PGsI |
| FPO | K | Über ein Polynom programmierter Vorschubverlauf | | + | | PGAsI |
| FPR | P | Kennzeichnung Rundachse | | + | - | PGsI |
| FPRAOF | P | Umdrehungsvorschub ausschalten | | + | - | PGsI |
| FPRAON | P | Umdrehungsvorschub einschalten | | + | - | PGsI |
| FRAME | K | Datentyp zur Festlegung von Koordinatensystemen | | + | | PGAsI |
| FRC | A | Vorschub für Radius und Fase | s | + | | PGsI |
| FRCM | A | Vorschub für Radius und Fase modal | m | + | | PGsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| FROM | K | Die Aktion wird ausgeführt, wenn die Bedingung einmal erfüllt ist und solange die Synchronaktion aktiv ist | | - | + | FBSYsl |
| FTOC | P | Werkzeugfeinkorrektur ändern | | - | + | FBSYsl |
| 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 |
| FXST | K | Momentgrenze für Fahren auf Festanschlag | m | + | + | PGsl |
| FXSW | K | Überwachungsfenster für Fahren auf Festanschlag | | + | + | PGsl |
| FZ | K | Zahnvorschub | m | + | | PGsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| G0 | G | Linearinterpolation mit Eilgang (Eilgangsbewegung) | m | + | | PGsl |
| G1 ⁶⁾ | G | Linearinterpolation mit Vorschub (Geradeninterpolation) | m | + | | PGsl |
| G2 | G | Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn | m | + | | PGsl |
| G3 | G | Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn | m | + | | PGsl |
| G4 | G | Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt | s | + | | PGsl |
| G5 | G | Schrägeinstechschleifen | s | + | | PGAsl |
| G7 | G | Ausgleichsbewegung beim Schrägeinstechschleifen | s | + | | PGAsl |
| G9 | G | Genauhalt - Geschwindigkeitsabnahme | s | + | | PGsl |
| G17 ⁶⁾ | G | Wahl der Arbeitsebene X/Y | m | + | | PGsl |
| G18 | G | Wahl der Arbeitsebene Z/X | m | + | | PGsl |
| G19 | G | Wahl der Arbeitsebene Y/Z | m | + | | PGsl |
| G25 | G | Untere Arbeitsfeldbegrenzung | s | + | | PGsl |
| G26 | G | Obere Arbeitsfeldbegrenzung | s | + | | PGsl |
| G33 | G | Gewindeschneiden mit konstanter Steigung | m | + | | PGsl |
| G34 | G | Gewindeschneiden mit linear zunehmender Steigung | m | + | | PGsl |
| G35 | G | Gewindeschneiden mit linear abnehmender Steigung | m | + | | PGsl |
| G40 ⁶⁾ | G | Werkzeugradiuskorrektur AUS | m | + | | PGsl |
| G41 | G | Werkzeugradiuskorrektur links von der Kontur | m | + | | PGsl |
| G42 | G | Werkzeugradiuskorrektur rechts von der Kontur | m | + | | PGsl |
| G53 | G | Unterdrückung der aktuellen Nullpunktverschiebung (satzweise) | s | + | | PGsl |
| G54 | G | 1. Einstellbare Nullpunktverschiebung | m | + | | PGsl |
| G55 | G | 2. Einstellbare Nullpunktverschiebung | m | + | | PGsl |
| G56 | G | 3. Einstellbare Nullpunktverschiebung | m | + | | PGsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| G57 | G | 4. Einstellbare Nullpunktverschiebung | m | + | | PGsl |
| G58 (840D sl) | G | Axiale programmierbare Nullpunktverschiebung absolut, Grobverschiebung | s | + | | PGsl |
| G58 (828D) | G | 5. Einstellbare Nullpunktverschiebung | m | + | | PGsl |
| G59 (840D sl) | G | Axiale programmierbare Nullpunktverschiebung additiv, Feinverschiebung | s | + | | PGsl |
| G59 (828D) | G | 6. Einstellbare Nullpunktverschiebung | m | + | | PGsl |
| G60 ⁶⁾ | G | Genauhalt - Geschwindigkeitsabnahme | m | + | | PGsl |
| G62 | G | Eckenverzögerung an Innenecken bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur (G41, G42) | m | + | | PGAsl |
| G63 | G | Gewindebohren mit Ausgleichsfutter | s | + | | PGsl |
| G64 | G | Bahnsteuerbetrieb | m | + | | PGsl |
| G70 | G | Inch-Maßangabe für geometrische Angaben (Längen) | m | + | + | PGsl |
| G71 ⁶⁾ | G | Metrische Maßangabe für geometrische Angaben (Längen) | m | + | + | PGsl |
| G74 | G | Referenzpunktanfahren | s | + | | PGsl |
| G75 | G | Festpunktanfahren | s | + | | PGsl |
| G90 ⁶⁾ | G | Maßangabe absolut | m/s | + | | PGsl |
| G91 | G | Kettenmaßangabe | m/s | + | | PGsl |
| G93 | G | Zeitreziproker Vorschub 1/min | m | + | | PGsl |
| G94 ⁶⁾ | G | Linearvorschub F in mm/min oder inch/min und Grad/min | m | + | | PGsl |
| G95 | G | Umdrehungsvorschub F in mm/U oder inch/U | m | + | | PGsl |
| G96 | G | konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G95) EIN | m | + | | PGsl |
| G97 | G | konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G95) AUS | m | + | | PGsl |
| G110 | G | Polprogrammierung relativ zur letzten programmierten Sollposition | s | + | | PGsl |
| G111 | G | Polprogrammierung relativ zum Nullpunkt des aktuellen Werkstück-Koordinatensystems | s | + | | PGsl |
| G112 | G | Polprogrammierung relativ zum letzten gültigen Pol | s | + | | PGsl |
| G140 ⁶⁾ | G | Anfahrriechung WAB festgelegt durch G41/G42 | m | + | | PGsl |
| G141 | G | Anfahrriechung WAB links der Kontur | m | + | | PGsl |
| G142 | G | Anfahrriechung WAB rechts der Kontur | m | + | | PGsl |
| G143 | G | Anfahrriechung WAB tangentialabhängig | m | + | | PGsl |
| G147 | G | Weiches Anfahren mit Gerade | s | + | | PGsl |
| G148 | G | Weiches Abfahren mit Gerade | s | + | | PGsl |
| G153 | G | Unterdrückung aktueller Frames inklusive Basisframe | s | + | | PGsl |
| G247 | G | Weiches Anfahren mit Viertelkreis | s | + | | PGsl |
| G248 | G | Weiches Abfahren mit Viertelkreis | s | + | | PGsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| G290 ⁶⁾ | G | Umschalten auf SINUMERIK-Mode EIN | m | + | | FBWsl |
| G291 | G | Umschalten auf ISO2/3-Mode EIN | m | + | | FBWsl |
| G331 | G | Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, positive Steigung, Rechtslauf | m | + | | PGsl |
| G332 | G | Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, negative Steigung, Linkslauf | m | + | | PGsl |
| G335 | G | Drehen eines balligen Gewindes im Uhrzeigersinn | m | + | | PGsl |
| G336 | G | Drehen eines balligen Gewindes gegen den Uhrzeigersinn | m | + | | PGsl |
| G340 ⁶⁾ | G | Anfahrsatz räumlich (Tiefe und in der Ebene zugleich (Helix)) | m | + | | PGsl |
| G341 | G | Zuerst in der senkrechten Achse zustellen (z), dann Anfahren in der Ebene | m | + | | PGsl |
| G347 | G | Weiches Anfahren mit Halbkreis | s | + | | PGsl |
| G348 | G | Weiches Abfahren mit Halbkreis | s | + | | PGsl |
| G450 ⁶⁾ | G | Übergangskreis | m | + | | PGsl |
| G451 | G | Schnittpunkt der Äquidistanten | m | + | | PGsl |
| G460 ⁶⁾ | G | Einschalten der Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsatz | m | + | | PGsl |
| G461 | G | Einfügen eines Kreises im WRK-Satz | m | + | | PGsl |
| G462 | G | Einfügen einer Geraden im WRK-Satz | m | + | | PGsl |
| G500 ⁶⁾ | G | Ausschalten aller einstellbaren Frames, Basisframes sind aktiv | m | + | | PGsl |
| G505 ... G599 | G | 5 ... 99. Einstellbare Nullpunktverschiebung | m | + | | PGsl |
| G601 ⁶⁾ | G | Satzwechsel bei Genauhalt fein | m | + | | PGsl |
| G602 | G | Satzwechsel bei Genauhalt grob | m | + | | PGsl |
| G603 | G | Satzwechsel bei IPO-Satzende | m | + | | PGsl |
| G621 | G | Eckenverzögerung an allen Ecken | m | + | | PGAsl |
| G641 | G | Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen nach Wegkriterium (= programmierbarer Überschleifabstand) | m | + | | PGsl |
| G642 | G | Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen | m | + | | PGsl |
| G643 | G | Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen unter Einhaltung definierter Toleranzen (satzintern) | m | + | | PGsl |
| G644 | G | Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik | m | + | | PGsl |
| G645 | G | Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen von Ecken und tangentialer Satzübergänge unter Einhaltung definierter Toleranzen | m | + | | PGsl |
| G700 | G | Inch-Maßangabe für geometrische und technologische Angaben (Längen, Vorschub) | m | + | + | PGsl |
| G710 ⁶⁾ | G | Metrische Maßangabe für geometrische und technologische Angaben (Längen, Vorschub) | m | + | + | PGsl |
| G810 ⁶⁾ , ..., G819 | G | Für den OEM-Anwender reservierte G-Gruppe | | + | | PGAsl |

17.1 Anweisungen

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| G820 ⁶⁾ , ..., G829 | G | Für den OEM-Anwender reservierte G-Gruppe | | + | | PGAsl |
| G931 | G | Vorschubvorgabe durch Verfahrszeit | 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 | + | | PGsl |
| G962 | G | Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit | m | + | | PGsl |
| G971 | G | Spindeldrehzahl einfrieren und Linear-Vorschub | m | + | | PGsl |
| G972 | G | Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Spindeldrehzahl einfrieren | m | + | | PGsl |
| G973 | G | Umdrehungsvorschub ohne Spindeldrehzahlbegrenzung | m | + | | PGsl |
| 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 | Werkzeu glängen bzw. Werkzeu glängenkomponenten 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 |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| GOTO | K | Sprunganweisung erst vorwärts dann rückwärts (Richtung erst zum Programm-Ende und dann zum Programm-Anfang) | | + | | PGAsI |
| GOTOB | K | Sprunganweisung rückwärts (Richtung Programm-Anfang) | | + | | PGAsI |
| GOTOC | K | Wie GOTO, aber Alarm 14080 "Sprungziel nicht gefunden" unterdrücken | | + | | PGAsI |
| GOTOF | K | Sprunganweisung vorwärts (Richtung Programm-Ende) | | + | | PGAsI |
| GOTOS | K | Rücksprung auf Programmanfang | | + | | PGAsI |
| GP | K | Schlüsselwort zur indirekten Programmierung von Positionsattributen | | + | | PGAsI |
| GWPSOF | P | Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (SUG) abwählen | s | + | - | PGsI |
| GWPSON | P | Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (SUG) anwählen | s | + | - | PGsI |
| H... | A | Hilfsfunktionsausgabe an die PLC | | + | + | PGsI/FB1sI (H2) |
| HOLES1 | C | Lochreihe | | + | | PGAsI |
| HOLES2 | C | Lochkreis | | + | | PGAsI |
| I | A | Interpolationsparameter | s | + | | PGsI |
| I1 | A | Zwischenpunktcoordinate | s | + | | PGsI |
| IC | K | Kettenmaßeingabe | s | + | | PGsI |
| ICYCOF | P | Alle Sätze eines Technologiezyklus nach ICYCOF in einem IPO-Takt abarbeiten | | + | + | FBSYsI |
| ICYCON | P | Jeden Satz eines Technologiezyklus nach ICYCON in einem separaten IPO-Takt abarbeiten | | + | + | FBSYsI |
| ID | K | Kennzeichnung für modale Synchronaktionen | m | - | + | FBSYsI |
| IDS | K | Kennzeichnung für modale statische Synchronaktionen | | - | + | FBSYsI |
| IF | K | Einleitung eines bedingten Sprungs im Teileprogramm / Technologiezyklus | | + | + | PGAsI |
| INDEX | F | Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen | | + | - | PGAsI |
| INICF | K | Initialisierung der Variablen bei NewConfig | | + | | PGAsI |
| INIPO | K | Initialisierung der Variablen bei PowerOn | | + | | PGAsI |
| INIRE | K | Initialisierung der Variablen bei Reset | | + | | PGAsI |
| INIT | P | Anwahl eines bestimmten NC-Programms zur Abarbeitung in einem bestimmten Kanal | | + | - | PGAsI |
| INITIAL | | Erzeugen eines INI-Files über alle Bereiche | | + | | PGAsI |
| INT | K | Datentyp: Ganzzahliger Wert mit Vorzeichen | | + | | PGAsI |
| INTERSEC | F | Schnittpunkt zwischen zwei Konturelementen berechnen | | + | - | PGAsI |
| INVCCW | G | Evolvente fahren, gegen den Uhrzeigersinn | m | + | | PGsI |
| INVCW | G | Evolvente fahren, im Uhrzeigersinn | m | + | | PGsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| 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 |
| IR | A | Kreismittelpunktcoordinate (X-Richtung) beim Drehen balliger Gewinde | | + | | PGsl |
| ISAXIS | F | Prüfen, ob die als Parameter angegebene Geometrieachse 1 ist | | + | - | PGAsl |
| ISD | A | Eintauchtiefe | m | + | | PGAsl |
| ISFILE | F | Prüfen, ob eine Datei im NCK-Anwendungsspeicher vorhanden ist | | + | - | PGAsl |
| ISNUMBER | F | Prüfen, ob Eingangsstring in Zahl umgewandelt werden kann | | + | - | PGAsl |
| ISOCALL | K | Indirekter Aufruf eines in ISO-Sprache programmierten Programms | | + | | PGAsl |
| ISVAR | F | Prüfen, ob der Übergabeparameter eine in der NC bekannte Variable enthält | | + | - | PGAsl |
| J | A | Interpolationsparameter | s | + | | PGsl |
| J1 | A | Zwischenpunktcoordinate | s | + | | PGsl |
| JERKA | P | Über MD eingestelltes Beschleunigungsverhalten für die programmierten Achsen aktivieren | | + | - | |
| JERKLIM | K | Reduktion oder Überhöhung des maximalen axialen Rucks | m | + | | PGAsl |
| JERKLIMA | K | Reduktion oder Überhöhung des maximalen axialen Rucks | m | + | + | PGAsl |
| JR | A | Kreismittelpunktcoordinate (Y-Richtung) beim Drehen balliger Gewinde | | + | | PGsl |
| K | A | Interpolationsparameter | s | + | | PGsl |
| K1 | A | Zwischenpunktcoordinate | s | + | | PGsl |
| KONT | G | Kontur umfahren bei der Werkzeugkorrektur | m | + | | PGsl |
| KONTC | G | Mit krümmungsstetigem Polynom an-/abfahren | m | + | | PGsl |
| KONTT | G | Mit tangentenstetigem Polynom an-/abfahren | m | + | | PGsl |
| KR | A | Kreismittelpunktcoordinate (Z-Richtung) beim Drehen balliger Gewinde | | + | | PGsl |
| L | A | Unterprogramm-Nummer | s | + | + | PGAsl |
| LEAD | A | Voreilwinkel 1. Werkzeugorientierung 2. Orientierungspolynome | m | + | | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| 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 |
| LFON | G | Schnellrückzug für Gewindeschneiden EIN | m | + | | PGsl |
| LFPOS | G | Rückzug der mit POLFMASK oder POLFMLIN bekannt gemachten Achse auf die mit POLF programmierte absolute Achsposition | m | + | | PGsl |
| LFTXT ⁶⁾ | G | Ebene der Rückzugsbewegung beim Schnellabheben wird bestimmt aus der Bahntangente und der aktuellen Werkzeugrichtung | m | + | | PGsl |
| LFWP | G | Ebene der Rückzugsbewegung beim Schnellabheben wird bestimmt durch die aktuelle Arbeitsebene (G17/G18/G19) | m | + | | PGsl |
| LIFTFAST | K | Schnellabheben | | + | | PGsl |
| LIMS | K | Drehzahlbegrenzung bei G96/G961 und G97 | m | + | | PGsl |
| LLI | K | Unterer Grenzwert von Variablen | | + | | PGAsl |
| LN | F | Natürlicher Logarithmus | | + | + | PGAsl |
| LOCK | P | Synchronaktion mit ID sperren (Technologiezyklus stoppen) | | - | + | FBSYsl |
| 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 418). | | | | | | |
| M0 | | Programmierter Halt | | + | + | PGsl |
| M1 | | Wahlweiser Halt | | + | + | PGsl |
| M2 | | Programmende Hauptprogramm (wie M30) | | + | + | PGsl |
| M3 | | Spindeldrehrichtung rechts | | + | + | PGsl |
| M4 | | Spindeldrehrichtung links | | + | + | PGsl |
| M5 | | Spindel Halt | | + | + | PGsl |
| M6 | | Werkzeugwechsel | | + | + | PGsl |
| M17 | | Programmende Unterprogramm | | + | + | PGsl |
| M19 | | Spindelpositionierung auf die im SD43240 eingetragene Position | | + | + | PGsl |
| M30 | | Programmende Hauptprogramm (wie M2) | | + | + | PGsl |
| M40 | | Automatische Getriebeschaltung | | + | + | PGsl |
| M41 ... M45 | | Getriebestufe 1 ... 5 | | + | + | PGsl |
| M70 | | Übergang in Achsbetrieb | | + | + | PGsl |
| MASLDEF | P | Master/Slave-Achsverband definieren | | + | + | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| MASLDEL | P | Master/Slave-Achsverband trennen und Definition des Verbandes löschen | | + | + | PGAsI |
| MASLOF | P | Ausschalten einer temporären Kopplung | | + | + | PGAsI |
| MASLOFS | P | Ausschalten einer temporären Kopplung mit automatischem Stillsetzen der Slave-Achse | | + | + | PGAsI |
| MASLON | P | Einschalten einer temporären Kopplung | | + | + | PGAsI |
| MATCH | F | Suchen eines String im String | | + | - | PGAsI |
| MAXVAL | F | Größerer Wert zweier Variablen (arithm. Funktion) | | + | + | PGAsI |
| MCALL | K | Modaler Unterprogrammaufruf | | + | | PGAsI |
| MEAC | K | Axiales kontinuierliches Messen ohne Restweglöschen | s | + | + | PGAsI |
| MEAFRAME | F | Frame-Berechnung aus Messpunkten | | + | - | PGAsI |
| MEAS | A | Messen mit Restweglöschen | s | + | | PGAsI |
| MEASA | K | Axiales Messen mit Restweglöschen | s | + | + | PGAsI |
| MEASURE | F | Berechnungsmethode für die Werkstück- und Werkzeugvermessung | | + | - | FB1sI (M5) |
| MEAW | A | Messen ohne Restweglöschen | s | + | | PGAsI |
| MEAWA | K | Axiales Messen ohne Restweglöschen | s | + | + | PGAsI |
| MI | K | Zugriff auf Frame-Daten: Spiegelung | | + | | PGAsI |
| MINDEX | F | Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen | | + | - | PGAsI |
| MINVAL | F | Kleinerer Wert zweier Variablen (arithm. Funktion) | | + | + | PGAsI |
| MIRROR | G | Programmierbare Spiegelung | s | + | | PGAsI |
| MMC | P | Aus dem Teileprogramm interaktiv Dialogfenster am HMI aufrufen | | + | - | PGAsI |
| MOD | K | Modulo-Division | | + | | PGAsI |
| MODAXVAL | F | Modulo-Position einer Modulo-Rundachse ermitteln | | + | - | PGAsI |
| MOV | K | Positionierachse starten | | - | + | FBSYsI |
| MOVT | A | Endpunkt einer Verfahrbewegung in Werkzeugrichtung angeben | | | | FB1(K2) |
| MSG | P | Programmierbare Meldungen | m | + | - | PGsI |
| MVTOOL | P | Sprachbefehl zum Bewegen eines Werkzeugs | | + | - | FBWsl |
| N | A | NC-Nebensatznummer | | + | | PGsI |
| NAMETOINT | F | Systemvariablenindex ermitteln | | + | | PGAsI |
| NCK | K | Spezifizierung des Gültigkeitsbereichs von Daten | | + | | PGAsI |
| NEWCONF | P | Geänderte Maschinendaten übernehmen (entspricht "Maschinendatum wirksam setzen") | | + | - | PGAsI |
| NEWMT | F | Neues Multitool anlegen | | + | - | FBWsl |
| NEWT | F | Neues Werkzeug anlegen | | + | - | FBWsl |
| NORM ⁶⁾ | G | Normaleinstellung im Anfangs-, Endpunkt bei der Werkzeugkorrektur | m | + | | PGsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| 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 |
| 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 |
| ORIXES | G | Lineare Interpolation der Maschinenachsen oder Orientierungsachsen | m | + | | PGAsl |
| ORIXPOS | 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) |
| 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 |
| ORIPANE | G | Interpolation in einer Ebene (entspricht ORIVECT) Großkreisinterpolation | m | + | | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| ORIRESET | P | Grundstellung der Werkzeugorientierung mit bis zu 3 Orientierungsachsen | | + | - | PGAsI |
| ORIROTA ⁶⁾ | G | Drehwinkel zu einer absolut vorgegebenen Drehrichtung | m | + | | PGAsI |
| ORIROTC | G | Tangentialer Drehvektor zur Bahntangente | m | + | | PGAsI |
| ORIROTR | G | Drehwinkel relativ zur Ebene zwischen Start- und Endorientierung | m | + | | PGAsI |
| ORIROTT | G | Drehwinkel relativ zur Änderung des Orientierungsvektors | m | + | | PGAsI |
| ORIRPY | G | Orientierungswinkel über RPY-Winkel (XYZ) | m | + | | PGAsI |
| ORIRPY2 | G | Orientierungswinkel über RPY-Winkel (ZYX) | m | + | | PGAsI |
| ORIS | A | Orientierungsänderung | m | + | | PGAsI |
| ORISOF ⁶⁾ | G | Glättung des Orientierungsverlaufs AUS | m | + | | PGAsI |
| ORISON | G | Glättung des Orientierungsverlaufs EIN | m | + | | PGAsI |
| ORIVECT ⁶⁾ | G | Großkreisinterpolation (identisch mit ORIPLANE) | m | + | | PGAsI |
| ORIVIRT1 | G | Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1) | m | + | | PGAsI |
| ORIVIRT2 | G | Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1) | m | + | | PGAsI |
| ORIWKS ⁶⁾ | G | Werkzeugorientierung im Werkstück-Koordinatensystem | m | + | | PGAsI |
| OS | K | Pendeln ein/aus | | + | | PGAsI |
| OSB | K | Pendeln: Startpunkt | m | + | | FB1sI (P5) |
| OSC | G | Konstante Glättung Werkzeugorientierung | m | + | | PGAsI |
| OSCILL | K | Axis: 1 - 3 Zustellachsen | m | + | | PGAsI |
| OSCTRL | K | Optionen pendeln | m | + | | PGAsI |
| OSD | G | Überschleifen der Werkzeugorientierung durch Vorgabe der Überschleiflänge mit SD | m | + | | PGAsI |
| OSE | K | Pendeln Endpunkt | m | + | | PGAsI |
| OSNSC | K | Pendeln: Ausfunktanzahl | m | + | | PGAsI |
| OSOF ⁶⁾ | G | Glättung der Werkzeugorientierung AUS | m | + | | PGAsI |
| OSP1 | K | Pendeln: linker Umkehrpunkt | m | + | | PGAsI |
| OSP2 | K | Pendeln rechter Umkehrpunkt | m | + | | PGAsI |
| OSS | G | Glättung der Werkzeugorientierung am Satzende | m | + | | PGAsI |
| OSSE | G | Glättung der Werkzeugorientierung am Satz-anfang und Satzende | m | + | | PGAsI |
| OST | G | Überschleifen der Werkzeugorientierung durch Vorgabe der Winkeltoleranz in Grad mit dem SD (maximale Abweichung vom programmiert. Orientierungsverlauf) | m | + | | PGAsI |
| OST1 | K | Pendeln: Haltepunkt im linken Umkehrpunkt | m | + | | PGAsI |
| OST2 | K | Pendeln: Haltepunkt im rechten Umkehrpunkt | m | + | | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| OTOL | K | Orientierungstoleranz für Kompressor-Funktionen, Orientierungsglättung und Überschleifarten | | + | | PGAsl |
| OVR | K | Drehzahlkorrektur | m | + | | PGAsl |
| OVRA | K | Axiale Drehzahlkorrektur | m | + | + | PGAsl |
| OVRRAP | K | Eilgang-Korrektur | m | + | | PGAsl |
| P | A | Anzahl Unterprogrammdurchläufe | | + | | PGAsl |
| PAROT | G | Werkstückkoordinatensystem am Werkstück ausrichten | m | + | | PGsl |
| PAROTOF ⁶⁾ | G | Werkstückbezogene Frame-Drehung ausschalten | m | + | | PGsl |
| 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 Richtungssachse 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 |
| PO | K | Polynomkoeffizient bei Polynom-Interpolation | s | + | | PGAsl |
| POCKET3 | C | Rechtecktasche fräsen | | + | | PGAsl |
| POCKET4 | C | Kreistasche fräsen | | + | | PGAsl |
| POLF | K | Rückzugsposition LIFTFAST | m | + | | PGsl/PGAsl |
| POLFA | P | Rückzugsposition von Einzelachsen mit \$AA_ESR_TRIGGER starten | m | + | + | PGsl |
| POLFMASK | P | Achsen für den Rückzug ohne Zusammenhang zwischen den Achsen freigeben | m | + | - | PGsl |
| POLFMLIN | P | Achsen für den Rückzug mit linearem Zusammenhang zwischen den Achsen freigeben | m | + | - | PGsl |
| POLY | G | Polynom-Interpolation | m | + | | PGAsl |
| POLYPATH | P | Polynom-Interpolation selektierbar für die Achsgruppen AXIS oder VECT | m | + | - | PGAsl |
| PON | G | Stanzen EIN | m | + | | PGAsl |
| PONS | G | Stanzen EIN im IPO-Takt | m | + | | PGAsl |
| POS | K | Achse positionieren | | + | + | PGsl |
| POSA | K | Achse positionieren über Satzgrenze | | + | + | PGsl |
| POSM | P | Magazin positionieren | | + | - | FBWsl |
| POSMT | P | Multi-tool auf WZ-Halter auf Platznummer positionieren | | + | - | FBWsl |
| POSP | K | Positionieren in Teilstücken (Pendeln) | | + | | PGsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| POSRANGE | F | Ermitteln, ob sich die aktuell interpolierte Sollposition einer Achse in einem Fenster um eine vorgegebene Referenzposition befindet | | + | + | FBSYsl |
| POT | F | Quadrat (Arithmetische Funktion) | | + | + | PGAsl |
| PR | K | Pro Umdrehung | | + | | PGsl |
| PREPRO | PA | Unterprogramme mit Vorbereitung kennzeichnen | | + | | PGAsl |
| PRESETON | P | Istwertsetzen mit Verlust des Referenzierstatus | | + | + | PGAsl |
| PRESETONS | P | Istwertsetzen ohne Verlust des Referenzierstatus | | + | + | PGAsl |
| PRIO | K | Schlüsselwort zum Setzen der Priorität bei der Behandlung von Interrupts | | + | | PGAsl |
| 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 |
| R... | A | Rechenparameter auch als einstellbarer Adressbezeichner und mit numerischer Erweiterung | | + | | PGAsl |
| RAC | K | Absolut satzweise achsspezifische Radiusprogrammierung | s | + | | PGsl |
| RDISABLE | P | Einlesesperre | | - | + | FBSYsl |
| 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 | Redefinition von Systemvariablen, Anwendervariablen und NC-Sprachbefehlen | | + | | PGAsl |
| RELEASE | P | Maschinenachsen zum Achstausch freigeben | | + | + | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| REP | K | Schlüsselwort zur Initialisierung aller Elemente eines Feldes mit demselben Wert | | + | | PGAsl |
| REPEAT | K | Wiederholung einer Programmschleife | | + | | PGAsl |
| REPEATB | K | Wiederholung einer Programmzeile | | + | | PGAsl |
| REPOSA | G | Wiederanfahen an die Kontur linear mit allen Achsen | s | + | | PGAsl |
| REPOSH | G | Wiederanfahen an die Kontur mit Halbkreis | s | + | | PGAsl |
| REPOSHA | G | Wiederanfahen an die Kontur mit allen Achsen; Geometrieachsen im Halbkreis | s | + | | PGAsl |
| REPOSL | G | Wiederanfahen an die Kontur linear | s | + | | PGAsl |
| REPOSQ | G | Wiederanfahen an die Kontur im Viertelkreis | s | + | | PGAsl |
| REPOSQLA | G | Wiederanfahen an die Kontur linear mit allen Achsen; Geometrieachsen im Viertelkreis | s | + | | PGAsl |
| RESET | P | Technologiezyklus rücksetzen | | - | + | FBSYsl |
| RESETMON | P | Sprachbefehl zur Sollwertaktivierung | | + | - | FBWsl |
| RET | P | Unterprogrammende | | + | + | PGAsl |
| RETB | P | Unterprogrammende | | + | + | PGAsl |
| RIC | K | Relativ satzweise achsspezifische Radiusprogrammierung | s | + | | PGsl |
| RINDEX | F | Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen | | + | - | PGAsl |
| RMB | G | Wiederanfahen an Satzanfangspunkt | m | + | | PGAsl |
| RMBBL | G | Wiederanfahen an Satzanfangspunkt | s | + | | PGAsl |
| RME | G | Wiederanfahen an Satzende | m | + | | PGAsl |
| RMEBL | G | Wiederanfahen an Satzende | s | + | | PGAsl |
| RMI ⁶⁾ | G | Wiederanfahen an Unterbrechungspunkt | m | + | | PGAsl |
| RMIBL ⁶⁾ | G | Wiederanfahen an Unterbrechungspunkt | s | + | | PGAsl |
| RMN | G | Wiederanfahen an nächstliegenden Bahnpunkt | m | + | | PGAsl |
| RMNBL | G | Wiederanfahen an nächstliegenden Bahnpunkt | s | + | | PGAsl |
| RND | A | Konturecke verrunden | s | + | | PGsl |
| RNDM | A | Modales Verrunden | m | + | | PGsl |
| ROT | G | Programmierbare Drehung | s | + | | PGsl |
| ROTS | G | Programmierbare Frame-Drehungen mit Raumwinkeln | s | + | | PGsl |
| ROUND | F | Runden der Nachkommastellen | | + | + | PGAsl |
| ROUNDUP | F | Aufrunden eines Eingabewerts | | + | + | PGAsl |
| RP | A | Polarradius | m/s | + | | PGsl |
| RPL | A | Drehung in der Ebene | s | + | | PGsl |
| RT | K | Parameter für Zugriff auf Framedaten: Drehung | | + | | PGAsl |
| RTLIOF | G | G0 ohne Linearinterpolation (Einzelachsinterpolation) | m | + | | PGsl |
| RTLION ⁶⁾ | G | G0 mit Linearinterpolation | m | + | | PGsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| S | A | Spindeldrehzahl (bei G4, G96/G961 andere Bedeutung) | m/s | + | + | PGsI |
| SAVE | PA | Attribut zur Rettung von Informationen bei Unterprogrammaufrufen | | + | | PGAsI |
| SBLOF | P | Einzelatz unterdrücken | | + | - | PGAsI |
| SBLON | P | Einzelatzunterdrückung aufheben | | + | - | PGAsI |
| SC | K | Parameter für Zugriff auf Framedaten: Skalierung | | + | | PGAsI |
| SCALE | G | Programmierbare Skalierung | s | + | | PGsI |
| SCC | K | Selektive Zuordnung einer Planachse zu G96/G961/G962. Achsbezeichner können Geo-, Kanal oder Maschinenachse sein. | | + | | PGsI |
| SCPARA | K | Servo-Parameterersatz programmieren | | + | + | PGAsI |
| SD | A | Spline-Grad | s | + | | PGAsI |
| SET | K | Schlüsselwort zur Initialisierung aller Elemente eines Feldes mit aufgelisteten Werten | | + | | PGAsI |
| SETAL | P | Alarm setzen | | + | + | PGAsI |
| SETDNO | F | D-Nummer der Schneide (CE) eines Werkzeugs (T) zuordnen | | + | - | PGAsI |
| SETINT | K | Festlegung, welche Interruptroutine aktiviert werden soll, wenn ein NCK-Eingang ansteht | | + | | PGAsI |
| SETM | P | Setzen von Markern im eigenen Kanal | | + | + | PGAsI |
| SETMS | P | Zurückschalten auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel | | + | - | PGsI |
| SETMS(n) | P | Spindel n soll als Masterspindel gelten | | + | | PGsI |
| SETMTH | P | Masterwerkzeughalturnummer 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 | + | | PGsI |
| SIN | F | Sinus (Trigon. Funktion) | | + | + | PGAsI |
| SIRELAY | F | Die mit SIRELIN, SIRELOUT und SIRELTIME parametrisierten Sicherheitfunktionen aktivieren | | - | + | FBSIsI |
| SIRELIN | P | Eingangsgrößen des Funktionsbausteins initialisieren | | + | - | FBSIsI |
| SIRELOUT | P | Ausgangsgrößen des Funktionsbausteins initialisieren | | + | - | FBSIsI |
| SIRELTIME | P | Timer des Funktionsbausteins initialisieren | | + | - | FBSIsI |
| SLOT1 | C | Längsnut | | + | | PGAsI |
| SLOT2 | C | Kreisnut | | + | | PGAsI |
| SOFT | G | Ruckbegrenzte Bahnbeschleunigung | m | + | | PGsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| 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 |
| SPCON | P | Masterspindel oder Spindel (n) von Drehzahlregelung in Lageregelung umschalten | m | + | - | PGAsl |
| 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 |
| SPOSA | K | Spindelposition über Satzgrenzen hinweg | m | + | | PGsl |
| SPP | A | Länge einer Teilstrecke | m | + | | PGAsl |
| SPRINT | F | Liefert einen Eingangsstring formatiert zurück | | + | | PGAsl |
| SQRT | F | Quadratwurzel (arithmetische Funktion) (square root) | | + | + | PGAsl |
| SR | A | Pendelrückzugsweg für Synchronaktion | s | + | | PGsl |
| SRA | K | Pendelrückzugsweg bei externem Eingang axial für Synchronaktion | m | + | | PGsl |
| ST | A | Pendelausfeuerzeit für Synchronaktion | s | + | | PGsl |
| STA | K | Pendelausfeuerzeit axial für Synchronaktion | m | + | | PGsl |
| START | P | Starten der ausgewählten Programme in mehreren Kanälen gleichzeitig aus dem laufenden Programm | | + | - | PGAsl |
| STARTFIFO ⁶⁾ | G | Abarbeiten; parallel dazu Auffüllen des Vorlaufpuffers | m | + | | PGAsl |
| STAT | | Stellung der Gelenke | s | + | | PGAsl |
| STOLF | K | G0-Toleranzfaktor | m | + | | PGAsl |
| STOPFIFO | G | Anhalten der Bearbeitung; Auffüllen des Vorlaufpuffers, bis STARTFIFO erkannt wird, Vorlaufpuffer voll oder Programmende | m | + | | PGAsl |
| STOPRE | P | Vorlaufstopp, bis alle vorbereiteten Sätze vom Hauptlauf abgearbeitet sind | | + | - | PGAsl |
| STOPREOF | P | Vorlaufstopp aufheben | | - | + | FBSYsl |
| STRING | K | Datentyp: Zeichenkette | | + | | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| 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. | | + | - | PGAsI |
| STRLEN | F | Länge eines Strings bestimmen | | + | - | PGAsI |
| SUBSTR | F | Index eines Zeichens im Eingangsstring bestimmen | | + | - | PGAsI |
| SUPA | G | Unterdrückung der aktuellen Nullpunktverschiebung, einschließlich programmierter Verschiebungen, Systemframes, Handradverschiebungen (DRF), externer Nullpunktverschiebung und überlagerte Bewegung | s | + | | PGsI |
| SVC | K | Werkzeug-Schnittgeschwindigkeit | m | + | | PGsI |
| SYNFCT | P | Auswertung eines Polynoms abhängig von einer Bedingung in der Bewegungssynchronaktion | | - | + | FBSYsI |
| SYNR | K | Lesen der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt | | + | | PGAsI |
| SYNRW | K | Lesen und Schreiben der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt | | + | | PGAsI |
| SYNW | K | Schreiben der Variable erfolgt synchron, d. h. zum Abarbeitungszeitpunkt | | + | | PGAsI |
| T | A | Werkzeug aufrufen (wechseln nur, wenn im Maschinendatum festgelegt; ansonsten M6-Befehl nötig) | | + | | PGsI |
| TAN | F | Tangens (Trigon. Funktion) | | + | + | PGAsI |
| TANG | P | Definition des Achsverbandes Tangentiales Nachführen | | + | - | PGAsI |
| TANGDEL | P | Löschen der Definition des Achsverbandes Tangentiales Nachführen | | + | - | PGAsI |
| TANGOF | P | Tangentielles Nachführen AUS | | + | - | PGAsI |
| TANGON | P | Tangentielles Nachführen EIN | | + | - | PGAsI |
| TCA (828D: _TCA) | P | Werkzeuganwahl / Werkzeugwechsel unabhängig vom Status des Werkzeugs | | + | - | FBWsl |
| TCARR | A | Werkzeugträger (Nummer "m") anfordern | | + | | PGAsI |
| TCI | P | Wechsle Werkzeug aus Zwischenspeicher in das Magazin | | + | - | FBWsl |
| TCOABS ⁶⁾ | G | Werkzeuglängenkomponenten aus der aktuellen Werkzeugorientierung bestimmen | m | + | | PGAsI |
| TCOFR | G | Werkzeuglängenkomponenten aus der Orientierung des aktiven Frames bestimmen | m | + | | PGAsI |
| TCOFRX | G | Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in X-Richtung | m | + | | PGAsI |
| TCOFRY | G | Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Y-Richtung | m | + | | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| TCOFRZ | G | Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Z-Richtung | m | + | | PGAsl |
| THETA | A | Drehwinkel | s | + | | PGAsl |
| TILT | A | Seitwärtswinkel | m | + | | PGAsl |
| TLIFT | P | Bei Tangentialsteuerung Zwischensatz an Konturrecken einfügen | | + | - | PGAsl |
| TML | P | Werkzeuganwahl mit Magazin-Platznummer | | + | - | FBWsl |
| TMOF | P | Werkzeugüberwachung abwählen | | + | - | PGAsl |
| TMON | P | Werkzeugüberwachung anwählen | | + | - | PGAsl |
| TO | K | Bezeichnet den Endwert in einer FOR-Zähl-schleife | | + | | PGAsl |
| TOFF | K | Werkzeuglängen-Offset in Richtung der Werkzeuglängenkomponente, die parallel zu der im Index angegebenen Geometrieachse wirkt. | m | + | | PGsl |
| TOFFL | K | Werkzeuglängen-Offset in Richtung der Werkzeuglängenkomponente L1, L2 bzw. L3 | m | + | | PGsl |
| TOFFOF | P | Online-Werkzeuglängenkorrektur rücksetzen | | + | - | PGAsl |
| TOFFON | P | Online-Werkzeuglängenkorrektur aktivieren | | + | - | PGAsl |
| TOFFR | A | Werkzeugradius-Offset | m | + | | PGsl |
| TOFRAME | G | Z-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten | m | + | | PGsl |
| TOFRAMEX | G | X-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten | m | + | | PGsl |
| TOFRAMEY | G | Y-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten | m | + | | PGsl |
| TOFRAMEZ | G | wie TOFRAME | m | + | | PGsl |
| 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 Werkzeugorientierung ausrichten | m | + | | PGsl |
| TOROTOF ⁶⁾ | G | Framedrehungen in Werkzeugrichtung AUS | m | + | | PGsl |
| TOROTX | G | X-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten | m | + | | PGsl |
| TOROTY | G | Y-Achse des WKS durch Frame-Drehung parallel zur Werkzeugorientierung ausrichten | m | + | | PGsl |
| TOROTZ | G | wie TOROT | m | + | | PGsl |
| TOUPPER | F | Buchstaben eines Strings in Großbuchstaben wandeln | | + | - | PGAsl |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|---|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| 1) 2) 3) 4) 5) Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| TOWBCS | G | Verschleißwerte im Basiskoordinatensystem (BKS) | m | + | | PGAsI |
| TOWKCS | G | Verschleißwerte im Koordinatensystem des Werkzeugkopfes bei kinetischer Transformation (unterscheidet sich vom MKS durch Werkzeugdrehung) | m | + | | PGAsI |
| TOWMCS | G | Verschleißwerte im Maschinen-Koordinatensystem (MKS) | m | + | | PGAsI |
| TOWSTD ⁶⁾ | G | Grundstellungswert für Korrekturen in der Werkzeuglänge | m | + | | PGAsI |
| TOWTCS | G | Verschleißwerte im Werkzeug-Koordinatensystem (Werkzeugträgerbezugspunkt T an der Werkzeughalteraufnahme) | m | + | | PGAsI |
| TOWWCS | G | Verschleißwerte im Werkstück-Koordinatensystem (WKS) | m | + | | PGAsI |
| TR | K | Verschiebungskomponente einer Frame-Variablen | | + | | PGAsI |
| TRAANG | P | Transformation schräge Achse | | + | - | PGAsI |
| TRACON | P | Kaskadierte Transformation | | + | - | PGAsI |
| TRACYL | P | Zylinder: Mantelflächen-Transformation | | + | - | PGAsI |
| TRAFOOF | P | Im Kanal aktive Transformationen ausschalten | | + | - | PGAsI |
| TRAILOF | P | Achssynchrones Mitschleppen AUS | | + | + | PGAsI |
| TRAILON | P | Achssynchrones Mitschleppen EIN | | + | + | PGAsI |
| TRANS | G | Programmierbare Verschiebung | s | + | | PGsI |
| TRANSMIT | P | Polar-Transformation (Stirnflächenbearbeitung) | | + | - | PGAsI |
| TRAORI | P | 4-, 5-Achstransformation, Generische Transformation | | + | - | PGAsI |
| TRUE | K | Logische Konstante: wahr | | + | | PGAsI |
| TRUNC | F | Abschneiden der Nachkommastellen | | + | + | PGAsI |
| TU | | Achswinkel | s | + | | PGAsI |
| TURN | A | Windungszahl für Schraubenlinie | s | + | | PGsI |
| ULI | K | Oberer Grenzwert von Variablen | | + | | PGAsI |
| UNLOCK | P | Synchronaktion mit ID freigeben (Technologiezyklus fortsetzen) | | - | + | FBSYsI |
| UNTIL | K | Bedingung zur Beendigung einer REPEAT-Schleife | | + | | PGAsI |
| UPATH | G | Bahnbezug für FGROU- Achsen ist Kurvenparameter | m | + | | PGAsI |
| VAR | K | Schlüsselwort: Art der Parameterübergabe | | + | | PGAsI |
| VELOLIM | K | Reduktion der maximalen axialen Geschwindigkeit | m | + | | PGAsI |
| VELOLIMA | K | Reduktion oder Überhöhung der maximalen axialen Geschwindigkeit der Folgeachse | m | + | + | PGAsI |
| WAITC | P | Warten, bis Kopplungssatzwechselkriterium für die Achsen/Spindeln erfüllt ist | | + | - | PGAsI |

| Anweisung | Art ¹⁾ | Bedeutung | W ²⁾ | TP ³⁾ | SA ⁴⁾ | Beschreibung siehe ⁵⁾ |
|--|-------------------|---|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| ^{1) 2) 3) 4) 5)} Erläuterungen siehe Legende (Seite 418). | | | | | | |
| 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 Verfahrrende der Positionierachse | | + | - | PGsl |
| WAITS | P | Warten auf Erreichen der Spindelposition | | + | - | PGsl |
| WALCS0 ⁶⁾ | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzung abgewählt | m | + | - | PGsl |
| WALCS1 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 1 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS2 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 2 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS3 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 3 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS4 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 4 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS5 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 5 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS6 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 6 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS7 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 7 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS8 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 8 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS9 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 9 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALCS10 | G | WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 10 aktiv | m | + | - | PGsl |
| WALIMOF | G | BKS-Arbeitsfeldbegrenzung AUS | m | + | - | PGsl |
| WALIMON ⁶⁾ | G | BKS-Arbeitsfeldbegrenzung EIN | m | + | - | PGsl |
| WHEN | K | Die Aktion wird einmal ausgeführt, wenn die Bedingung einmal erfüllt ist. | | - | + | FBSYsl |
| WHENEVER | K | Die Aktion wird zyklisch in jedem Interpolatortakt ausgeführt, wenn die Bedingung erfüllt ist. | | - | + | FBSYsl |
| WHILE | K | Beginn der WHILE-Programmschleife | | + | | PGAsl |
| WRITE | P | Text ins Dateisystem schreiben. Fügt einen Satz am Ende der angegebenen Datei an. | | + | - | PGAsl |
| WRTPR | P | Verzögert den Bearbeitungsauftrag ohne dabei den Bahnsteuerbetrieb zu unterbrechen | | + | - | PGAsl |
| X | A | Achsname | m/s | + | + | PGsl |
| XOR | O | Logisches Exklusiv- ODER | | + | | PGAsl |
| Y | A | Achsname | m/s | + | + | PGsl |
| Z | A | Achsname | m/s | + | + | PGsl |

 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)

PA Programmattribut

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:
- PGsI* Programmierhandbuch Grundlagen
PGAsI Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung
BNMsI Programmierhandbuch Messzyklen
BHDsI 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)
FBSIsI Funktionshandbuch Safety Integrated
FBSYsI Funktionshandbuch Synchronaktionen
FBWsl Funktionshandbuch Werkzeugverwaltung
- 6) Standardeinstellung bei Programmanfang (im Auslieferungsstand der Steuerung, wenn nichts anderes programmiert ist).

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|-------------------|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard | | | | | | |
| ○ Option | | | | | | |
| - nicht verfügbar | | | | | | |
| : | • | • | • | • | • | • |
| * | • | • | • | • | • | • |
| + | • | • | • | • | • | • |
| - | • | • | • | • | • | • |
| < | • | • | • | • | • | • |
| << | • | • | • | • | • | • |
| <= | • | • | • | • | • | • |
| = | • | • | • | • | • | • |
| >= | • | • | • | • | • | • |
| / | • | • | • | • | • | • |
| /0 | • | • | • | • | • | • |
| ... | | | | | | |
| ... /7 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A | • | • | • | • | • | • |
| A2 | - | - | - | - | - | - |
| A3 | - | - | - | - | - | - |
| A4 | - | - | - | - | - | - |

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| 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 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| AS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ASCALE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ASIN | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ASPLINE | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| ATAN2 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ATOL | - | ● | - | ● | - | ● |
| ATRANS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| AUXFUDEL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| AUXFUDELG | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| AUXFUMSEQ | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| AUXFUSYNC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| AX | • | • | • | • | • | • |
| AXCTSWE | - | - | - | - | - | - |
| AXCTSWEC | - | - | - | - | - | - |
| AXCTSWED | - | - | - | - | - | - |
| AXIS | • | • | • | • | • | • |
| AXNAME | • | • | • | • | • | • |
| AXSTRING | • | • | • | • | • | • |
| AXTOCHAN | • | • | • | • | • | • |
| AXTOSPI | • | • | • | • | • | • |
| B | • | • | • | • | • | • |
| B2 | - | - | - | - | - | - |
| B3 | - | - | - | - | - | - |
| B4 | - | - | - | - | - | - |
| B5 | - | - | - | - | - | - |
| B_AND | • | • | • | • | • | • |
| B_OR | • | • | • | • | • | • |
| B_NOT | • | • | • | • | • | • |
| B_XOR | • | • | • | • | • | • |
| BAUTO | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| BLOCK | • | • | • | • | • | • |
| BLSYNC | • | • | • | • | • | • |
| BNAT | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| BOOL | • | • | • | • | • | • |
| BOUND | • | • | • | • | • | • |
| BRISK | • | • | • | • | • | • |
| BRISKA | • | • | • | • | • | • |
| BSPLINE | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| BTAN | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| C | • | • | • | • | • | • |
| C2 | - | - | - | - | - | - |
| C3 | - | - | - | - | - | - |
| C4 | - | - | - | - | - | - |
| C5 | - | - | - | - | - | - |
| CAC | • | • | • | • | • | • |
| CACN | • | • | • | • | • | • |
| CACP | • | • | • | • | • | • |
| CALCDAT | • | • | • | • | • | • |
| CALCPOSI | • | • | • | • | • | • |
| CALL | • | • | • | • | • | • |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| 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 | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| COMPLETE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| COMPOF | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| COMPON | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| CONTDCON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CONTPRON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CORROF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| COS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| COUPDEF | ○ | - | ○ | - | ○ | - |
| COUPDEL | ○ | - | ○ | - | ○ | - |
| COUPOF | ○ | - | ○ | - | ○ | - |
| COUPOFS | ○ | - | ○ | - | ○ | - |
| COUPON | ○ | - | ○ | - | ○ | - |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|-------------------|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard | | | | | | |
| ○ Option | | | | | | |
| - nicht verfügbar | | | | | | |
| 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 | • | • | • | • | • | • |
| CPMPRT | • | • | • | • | • | • |
| CPMRESET | • | • | • | • | • | • |
| CPMSTART | • | • | • | • | • | • |
| CPMVDI | • | • | • | • | • | • |
| CPOF | • | • | • | • | • | • |
| CPON | • | • | • | • | • | • |
| CPRECOF | • | • | • | • | • | • |
| CPRECON | • | • | • | • | • | • |
| CPRES | • | • | • | • | • | • |
| CPROT | • | • | • | • | • | • |
| CPROTDEF | • | • | • | • | • | • |
| CPSETTYPE | • | • | • | • | • | • |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| CTABTMAX | - | - | - | - | - | - |
| CTABTMIN | - | - | - | - | - | - |
| CTABTSP | - | - | - | - | - | - |
| CTABTSV | - | - | - | - | - | - |
| CTABUNLOCK | - | - | - | - | - | - |
| CTOL | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| CTRANS | • | • | • | • | • | • |
| CUT2D | • | • | • | • | • | • |
| CUT2DF | • | • | • | • | • | • |
| CUT3DC | - | - | - | - | - | - |
| CUT3DCC | - | - | - | - | - | - |
| CUT3DCCD | - | - | - | - | - | - |
| CUT3DF | - | - | - | - | - | - |
| CUT3DFF | - | - | - | - | - | - |
| CUT3DFS | - | - | - | - | - | - |
| CUTCONOF | • | • | • | • | • | • |
| CUTCONON | • | • | • | • | • | • |
| CUTMOD | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE60 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE61 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE62 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE63 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE64 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE70 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE72 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE76 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE77 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE78 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE79 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE81 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE82 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE83 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE84 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE85 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE86 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE92 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE95 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE98 | • | • | • | • | • | • |
| CYCLE99 | • | • | • | • | • | • |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| CYCLE495 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE751 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE752 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE753 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE754 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE755 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE756 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE757 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE758 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE759 | - | - | - | - | - | - |
| CYCLE800 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE801 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE802 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE830 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE832 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE840 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE899 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE930 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE940 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE951 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE952 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE4071 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE4072 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE4073 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE4074 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE4075 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE4077 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE4078 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| CYCLE4079 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| D | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| D0 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| DAC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| DC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| DCI | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|-------------------|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard | | | | | | |
| ○ Option | | | | | | |
| - nicht verfügbar | | | | | | |
| DCM | • | • | • | • | • | • |
| DCU | • | • | • | • | • | • |
| DEF | • | • | • | • | • | • |
| DEFINE | • | • | • | • | • | • |
| DEFAULT | • | • | • | • | • | • |
| DELAYFSTON | • | • | • | • | • | • |
| DELAYFSTOF | • | • | • | • | • | • |
| DELDL | • | • | • | • | • | • |
| DELDTG | • | • | • | • | • | • |
| DELETE | • | • | • | • | • | • |
| DELMLOWNER | • | • | • | • | • | • |
| DEMLRES | • | • | • | • | • | • |
| 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 | • | • | • | • | • | • |

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| DIV | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| DL | - | - | - | - | - | - |
| DO | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| DRFOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| DRIVE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| DRIVEA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 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 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| EXTCLOSE | • | • | • | • | • | • |
| EXTERN | • | • | • | • | • | • |
| EXTOPEN | • | • | • | • | • | • |
| F | • | • | • | • | • | • |
| FA | • | • | • | • | • | • |
| FAD | • | • | • | • | • | • |
| 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 | • | • | • | • | • | • |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| FRCM | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| FROM | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| FTOC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| FTOCOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| FTOCON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| FXS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 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 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| G70 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G71 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G74 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G75 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G90 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G91 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G93 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G94 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G95 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G96 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G97 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G110 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G111 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G112 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G140 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G141 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G142 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G143 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G147 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G148 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G153 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G247 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G248 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G290 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G291 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G331 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G332 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G335 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G336 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G340 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G341 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G347 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G348 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G450 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G451 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G460 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G461 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G462 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G500 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| G505 ... G599 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G601 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G602 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G603 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G621 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G641 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G642 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G643 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G644 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G645 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G700 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G710 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G810 ... G819 | - | - | - | - | - | - |
| G820 ... G829 | - | - | - | - | - | - |
| G931 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G942 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G952 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G961 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G962 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G971 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G972 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| G973 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GEOAX | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| GET | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETACTT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETACTTD | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETD | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETDNO | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETEXET | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETFREELOC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETSELT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETTCOR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| GETTENV | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| GETVARAP | • | • | • | • | • | • |
| GETVARDFT | • | • | • | • | • | • |
| GETVARLIM | • | • | • | • | • | • |
| GETVARPHU | • | • | • | • | • | • |
| GETVARTYP | • | • | • | • | • | • |
| GOTO | • | • | • | • | • | • |
| GOTOB | • | • | • | • | • | • |
| GOTOC | • | • | • | • | • | • |
| GOTOF | • | • | • | • | • | • |
| GOTOS | • | • | • | • | • | • |
| GP | • | • | • | • | • | • |
| GWPSOF | • | • | • | • | • | • |
| GWPSON | • | • | • | • | • | • |
| H... | • | • | • | • | • | • |
| HOLES1 | • | • | • | • | • | • |
| HOLES2 | • | • | • | • | • | • |
| I | • | • | • | • | • | • |
| I1 | • | • | • | • | • | • |
| IC | • | • | • | • | • | • |
| ICYCOF | • | • | • | • | • | • |
| ICYCON | • | • | • | • | • | • |
| ID | • | • | • | • | • | • |
| IDS | • | • | • | • | • | • |
| IF | • | • | • | • | • | • |
| INDEX | • | • | • | • | • | • |
| INIPO | • | • | • | • | • | • |
| INIRE | • | • | • | • | • | • |
| INICF | • | • | • | • | • | • |
| INIT | - | - | - | - | - | - |
| INITIAL | • | • | • | • | • | • |
| INT | • | • | • | • | • | • |
| INTERSEC | • | • | • | • | • | • |
| INVCCW | - | - | - | - | - | - |
| INVCW | - | - | - | - | - | - |
| INVFRAME | • | • | • | • | • | • |
| IP | • | • | • | • | • | • |
| IPOBRKA | • | • | • | • | • | • |
| IPOENDA | • | • | • | • | • | • |
| IPTRLOCK | • | • | • | • | • | • |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| IPTRUNLOCK | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| IR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ISAXIS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ISD | - | - | - | - | - | - |
| ISFILE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ISNUMBER | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ISOCALL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ISVAR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| J | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| J1 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| JERKA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| JERKLIM | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| JERKLIMA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| JR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| K | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| K1 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| KONT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| KONTC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| KONTT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| KR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| L | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LEAD | | | | | | |
| Werkzeugorientierung | - | - | - | - | - | - |
| Orientierungspolyn. | - | - | - | - | - | - |
| LEADOF | - | - | - | - | - | - |
| LEADON | - | - | - | - | - | - |
| LENTOAX | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LFOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LFON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LFPOS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LFTXT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LFWP | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LIFTFAST | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LIMS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LLI | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LN | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LOCK | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| LONGHOLE | - | - | - | - | - | - |
| LOOP | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| M0 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M1 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M2 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M3 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M4 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M5 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M6 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M17 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M19 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M30 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M40 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M41 ... M45 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| M70 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MASLDEF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MASLDEL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MASLOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MASLOFS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MASLON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MATCH | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MAXVAL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MCALL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MEAC | - | - | - | - | - | - |
| MEAFRAME | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MEAS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MEASA | - | - | - | - | - | - |
| MEASURE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MEAW | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MEAWA | - | - | - | - | - | - |
| MI | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MINDEX | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MINVAL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MIRROR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MMC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MOD | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MODAXVAL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MOV | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MOVT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MSG | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| MVTOOL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| N | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NAMETOINT | - | - | - | - | - | - |
| NCK | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NEWCONF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NEWMT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NEWT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NORM | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NOT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NPROT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NPROTDEF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| NUMBER | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| OEMIPO1 | - | - | - | - | - | - |
| OEMIPO2 | - | - | - | - | - | - |
| OF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| OFFN | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| OMA1 | - | - | - | - | - | - |
| OMA2 | - | - | - | - | - | - |
| OMA3 | - | - | - | - | - | - |
| OMA4 | - | - | - | - | - | - |
| OMA5 | - | - | - | - | - | - |
| OR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| ORIXES | - | - | - | - | - | - |
| ORIXPOS | - | - | - | - | - | - |
| ORIC | - | - | - | - | - | - |
| ORICONCCW | - | - | - | - | - | - |
| ORICONCW | - | - | - | - | - | - |
| ORICONIO | - | - | - | - | - | - |
| ORICONTO | - | - | - | - | - | - |
| ORICURVE | - | - | - | - | - | - |
| ORID | - | - | - | - | - | - |
| ORIEULER | - | - | - | - | - | - |
| ORIMKS | - | - | - | - | - | - |
| ORIPATH | - | - | - | - | - | - |
| ORIPATHS | - | - | - | - | - | - |
| ORIPANE | - | - | - | - | - | - |
| ORIRESET | - | - | - | - | - | - |
| ORIROTA | - | - | - | - | - | - |
| ORIROTC | - | - | - | - | - | - |
| ORIROTR | - | - | - | - | - | - |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| ORIROTT | - | - | - | - | - | - |
| ORIRPY | - | - | - | - | - | - |
| ORIRPY2 | - | - | - | - | - | - |
| ORIS | - | - | - | - | - | - |
| ORISOF | - | - | - | - | - | - |
| ORISON | - | - | - | - | - | - |
| ORIVECT | - | - | - | - | - | - |
| ORIVIRT1 | - | - | - | - | - | - |
| ORIVIRT2 | - | - | - | - | - | - |
| ORIWKS | - | - | - | - | - | - |
| OS | - | - | - | - | - | - |
| OSB | - | - | - | - | - | - |
| OSC | - | - | - | - | - | - |
| OSCILL | - | - | - | - | - | - |
| OSCTRL | - | - | - | - | - | - |
| OSD | - | - | - | - | - | - |
| OSE | - | - | - | - | - | - |
| OSNSC | - | - | - | - | - | - |
| OSOF | - | - | - | - | - | - |
| OSP1 | - | - | - | - | - | - |
| OSP2 | - | - | - | - | - | - |
| OSS | - | - | - | - | - | - |
| OSSE | - | - | - | - | - | - |
| OST | - | - | - | - | - | - |
| OST1 | - | - | - | - | - | - |
| OST2 | - | - | - | - | - | - |
| OTOL | - | ● | - | ● | - | ● |
| OVR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| OVRA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| OVRRAP | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| P | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PAROT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PAROTOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PCALL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PDELAYOF | - | - | - | - | - | - |
| PDELAYON | - | - | - | - | - | - |
| PHI | - | - | - | - | - | - |
| PHU | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| PL | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| | - | - | - | - | - | - |
| PM | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PO | - | - | - | - | - | - |
| POCKET3 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POCKET4 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POLF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POLFA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POLFMASK | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POLFMLIN | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POLY | - | - | - | - | - | - |
| POLYPATH | - | - | - | - | - | - |
| PON | - | - | - | - | - | - |
| PONS | - | - | - | - | - | - |
| POS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POSA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POSM | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POSMT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POSP | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POSRANGE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| POT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| PR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PREPRO | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PRESETON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PRESETONS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PRIO | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PRLOC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PROC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PROTA | - | - | - | - | - | - |
| PROTD | - | - | - | - | - | - |
| PROTS | - | - | - | - | - | - |
| PSI | - | - | - | - | - | - |
| PTP | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| PTPG0 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| PUNCHACC | - | - | - | - | - | - |
| PUTFTOC | • | • | • | • | • | • |
| PUTFTOCF | • | • | • | • | • | • |
| PW | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| QU | • | • | • | • | • | • |
| R... | • | • | • | • | • | • |
| RAC | • | • | • | • | • | • |
| RDISABLE | • | • | • | • | • | • |
| READ | • | • | • | • | • | • |
| REAL | • | • | • | • | • | • |
| REDEF | • | • | • | • | • | • |
| RELEASE | • | • | • | • | • | • |
| REP | • | • | • | • | • | • |
| REPEAT | • | • | • | • | • | • |
| REPEATB | • | • | • | • | • | • |
| REPOSA | • | • | • | • | • | • |
| REPOSH | • | • | • | • | • | • |
| REPOSHA | • | • | • | • | • | • |
| REPOSL | • | • | • | • | • | • |
| REPOSQ | • | • | • | • | • | • |
| REPOSQA | • | • | • | • | • | • |
| RESET | • | • | • | • | • | • |
| RESETMON | • | • | • | • | • | • |
| RET | • | • | • | • | • | • |
| RETB | • | • | • | • | • | • |
| RIC | • | • | • | • | • | • |
| RINDEX | • | • | • | • | • | • |
| RMB | • | • | • | • | • | • |
| RME | • | • | • | • | • | • |
| RMI | • | • | • | • | • | • |
| RMN | • | • | • | • | • | • |
| RND | • | • | • | • | • | • |
| RNDM | • | • | • | • | • | • |
| ROT | • | • | • | • | • | • |
| ROTS | • | • | • | • | • | • |
| ROUND | • | • | • | • | • | • |
| ROUNDUP | • | • | • | • | • | • |
| RP | • | • | • | • | • | • |
| RPL | • | • | • | • | • | • |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| RT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| RTLIOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| RTLION | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| S | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SAVE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SBLOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SBLON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SCALE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SCC | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SCPARA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SD | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| SET | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETAL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETDNO | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETINT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETM | - | - | - | - | - | - |
| SETMS | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETMS(n) | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETMTH | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETPIECE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETTA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETTCOR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SETTIA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SIN | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SIRELAY | - | - | - | - | - | - |
| SIRELIN | - | - | - | - | - | - |
| SIRELOUT | - | - | - | - | - | - |
| SIRELTIME | - | - | - | - | - | - |
| SLOT1 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SLOT2 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SOFT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SOFTA | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SON | - | - | - | - | - | - |
| SONS | - | - | - | - | - | - |
| SPATH | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SPCOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| SPCON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| SPI | • | • | • | • | • | • |
| SPIF1 | - | - | - | - | - | - |
| SPIF2 | - | - | - | - | - | - |
| SPLINEPATH | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| SPN | - | - | - | - | - | - |
| SPOF | - | - | - | - | - | - |
| SPOS | • | • | • | • | • | • |
| SPOSA | • | • | • | • | • | • |
| SPP | - | - | - | - | - | - |
| SPRINT | • | • | • | • | • | • |
| SQRT | • | • | • | • | • | • |
| SR | - | - | - | - | - | - |
| SRA | - | - | - | - | - | - |
| ST | - | - | - | - | - | - |
| STA | - | - | - | - | - | - |
| START | - | - | - | - | - | - |
| STARTFIFO | • | • | • | • | • | • |
| STAT | • | • | • | • | • | • |
| STOLF | - | - | - | - | - | - |
| STOPFIFO | • | • | • | • | • | • |
| STOPRE | • | • | • | • | • | • |
| STOPREOF | • | • | • | • | • | • |
| STRING | • | • | • | • | • | • |
| STRINGFELD | • | • | • | • | • | • |
| STRINGIS | • | • | • | • | • | • |
| STRINGVAR | - | - | - | - | - | - |
| STRLEN | • | • | • | • | • | • |
| SUBSTR | • | • | • | • | • | • |
| SUPA | • | • | • | • | • | • |
| SVC | • | • | • | • | • | • |
| SYNFCT | • | • | • | • | • | • |
| SYNR | • | • | • | • | • | • |
| SYNRW | • | • | • | • | • | • |
| SYNW | • | • | • | • | • | • |
| T | • | • | • | • | • | • |
| TAN | • | • | • | • | • | • |
| TANG | - | - | - | - | - | - |
| TANGDEL | - | - | - | - | - | - |
| TANGOF | - | - | - | - | - | - |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| TANGON | - | - | - | - | - | - |
| TCA (828D: _TCA) | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TCARR | - | ● | - | ● | - | ● |
| TCI | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TCOABS | - | ● | - | ● | - | ● |
| TCOFR | - | ● | - | ● | - | ● |
| TCOFRX | - | ● | - | ● | - | ● |
| TCOFRY | - | ● | - | ● | - | ● |
| TCOFRZ | - | ● | - | ● | - | ● |
| THETA | - | - | - | - | - | - |
| TILT | - | - | - | - | - | - |
| TLIFT | - | - | - | - | - | - |
| TML | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TMOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TMON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TO | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFFL | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFFOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFFON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFFR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFRAME | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFRAMEX | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFRAMEY | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOFRAMEZ | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOLOWER | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOOLENV | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOOLGNT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOOLGT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOROT | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOROTOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOROTX | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOROTY | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOROTZ | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOUPPER | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| TOWBCS | - | ● | - | ● | - | ● |
| TOWKCS | - | ● | - | ● | - | ● |
| TOWMCS | - | ● | - | ● | - | ● |

17.2 Anweisungen: Verfügbarkeit bei SINUMERIK 828D

| Anweisung | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|---|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| • Standard ○ Option - nicht verfügbar | | | | | | |
| TOWSTD | - | • | - | • | - | • |
| TOWTCS | - | • | - | • | - | • |
| TOWWCS | - | • | - | • | - | • |
| TR | • | • | • | • | • | • |
| TRAANG | - | - | - | - | ○ | - |
| TRACON | - | - | - | - | ○ | - |
| TRACYL | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TRAFOOF | • | • | • | • | • | • |
| TRAILOF | • | • | • | • | • | • |
| TRAILON | • | • | • | • | • | • |
| TRANS | • | • | • | • | • | • |
| TRANSMIT | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TRAORI | - | - | - | - | - | - |
| TRUE | • | • | • | • | • | • |
| TRUNC | • | • | • | • | • | • |
| TU | • | • | • | • | • | • |
| TURN | • | • | • | • | • | • |
| ULI | • | • | • | • | • | • |
| UNLOCK | • | • | • | • | • | • |
| UNTIL | • | • | • | • | • | • |
| UPATH | • | • | • | • | • | • |
| VAR | • | • | • | • | • | • |
| VELOLIM | • | • | • | • | • | • |
| VELOLIMA | • | • | • | • | • | • |
| WAITC | - | - | - | - | ○ | - |
| WAITE | - | - | - | - | - | - |
| WAITENC | - | - | - | - | - | - |
| WAITM | - | - | - | - | - | - |
| WAITMC | - | - | - | - | - | - |
| WAITP | • | • | • | • | • | • |
| WAITS | • | • | • | • | • | • |
| WALCS0 | • | • | • | • | • | • |
| WALCS1 | • | • | • | • | • | • |
| WALCS2 | • | • | • | • | • | • |
| WALCS3 | • | • | • | • | • | • |
| WALCS4 | • | • | • | • | • | • |
| WALCS5 | • | • | • | • | • | • |
| WALCS6 | • | • | • | • | • | • |
| WALCS7 | • | • | • | • | • | • |

17.3 Adressen

| Anweisung ● Standard ○ Option - nicht verfügbar | 828D-Steuerungsvariante | | | | | |
|--|-------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | PPU240.3 / 241.3 | | PPU260.3 / 261.3 | | PPU280.3 / 281.3 | |
| | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen | Drehen | Fräsen |
| WALCS8 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WALCS9 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WALCS10 | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WALIMOF | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WALIMON | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WHEN | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WHENEVER | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WHILE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WRITE | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| WRTPR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| X | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| XOR | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Y | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Z | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

17.3 Adressen

17.3.1 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 |

| Buchstabe | Bedeutung | numerische Erweiterung |
|-----------|--|------------------------|
| 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 | |

17.3.2 Feste Adressen

Feste Adressen ohne axiale Erweiterung

| Adressbezeichner | Adresstyp | modal/satzweise | G70/G71 | G700/G710 | G90/G91 | IC | AC | DC, ACN, ACP | CIC, CAC, CDC, CACN, CACP | QU | Datentyp des zugewiesenen Werts |
|------------------|----------------------------|------------------------------|---------|-----------|---------|----|----|--------------|---------------------------|----|---------------------------------|
| L | Unterprogrammnummer | s | | | | | | | | | vorzeichenlos INT |
| P | Unterprogrammdurchlaufzahl | s | | | | | | | | | vorzeichenlos INT |
| N | Satznummer | s | | | | | | | | | vorzeichenlos INT |
| G | G-Funktion | siehe Liste der G-Funktionen | | | | | | | | | vorzeichenlos INT |

17.3 Adressen

| Adressbezeichner | Adresstyp | modal/satzweise | G70/G71 | G700/G710 | G90/G91 | IC | AC | DC, ACN, ACP | CIC, CAC, CDC, CACN, CACP | QU | Datentyp des zugewiesenen Werts |
|------------------|---|-----------------|---------|-----------|---------|----|----|--------------|---------------------------|----|---------------------------------------|
| F | Vorschub, Verweilzeit | m, s | x | | | | | | | x | vorzeichenlos REAL |
| OVR | Override | m | | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| OVRRAP | Override für Eilganggeschwindigkeit | m | | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| S | Spindel, Verweilzeit | m, s | | | | | | | | x | vorzeichenlos REAL |
| SPOS | Spindelposition | m | | | | x | x | x | | | REAL |
| SCC | Zuordnung einer Planachse zu G96 /G961/G962 | m | | | | | | | | | REAL |
| SPOSA | Spindelposition über Satzgrenzen hinweg | m | | | | x | x | x | | | REAL |
| T | Werkzeugnummer | m | | | | | | | | x | vorzeichenlos INT |
| D | Korrekturnummer | m | | | | | | | | x | vorzeichenlos INT |
| M, H | Hilfsfunktionen | s | | | | | | | | x | M: vorzeichenlos INT H: REAL |

Feste Adressen mit axialer Erweiterung

| Adressbezeichner | Adresstyp | modal/satzweise | G70/G71 | G700/G710 | G90/G91 | IC | AC | DC, ACN, ACP | CIC, CAC, CDC, CACN, CACP | QU | Datentyp des zugewiesenen Werts |
|------------------|-----------------------------------|-----------------|---------|-----------|---------|----|----|--------------|---------------------------|----|---------------------------------|
| AX | variabler Achsbezeichner | 1) | x | x | x | x | x | x | | | REAL |
| IP | variabler Interpolationsparameter | s | x | x | x | x | x | | | | REAL |
| POS | Positionierachse | m | x | x | x | x | x | x | x | | REAL |

| Adressbe- zeichner | Adresstyp | modal/ satz- weise | G70/ G71 | G700/ G710 | G90/ G91 | IC | AC | DC, ACN, ACP | CIC, CAC, CDC, CACN, CACP | QU | Datentyp des zu- gewiesenen Werts |
|-----------------------|--|--------------------------|-------------|---------------|-------------|----|----|--------------------|---------------------------------------|----|---|
| POSA | Positionier- achse über Satzgrenzen | m | x | x | x | x | x | x | x | | REAL |
| POSP | Positionie- ren in Teil- stücken (Pendeln) | m | x | x | x | x | x | x | | | REAL: Endposition Real: Teillänge INT: Option |
| MOV | Positionier- achse star- ten | m | x | x | x | x | x | x | x | | REAL |
| PO | Polynomko- effizient | s | x | x | | x | x | x | | | vorzeichenlos REAL |
| FA | axialer Vor- schub | m | x | | | | | | | x | vorzeichenlos REAL |
| FL | axialer Grenz-Vor- schub | m | x | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| OVRA | axialer Override | m | x | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| 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 Be- schleuni- gungsbe- grenzung Folgeachse | m | | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| VELOLIMA | axiale Ge- schwindig- keitsbegren- zung Folge- achse | m | | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| JERKLIMA | axiale Ruck- begrenzung Folgeachse | m | | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| FMA | Synchron- Vorschub axial | m | | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| STA | Ausfeuer- zeit axial | m | | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |

| Adressbezeichner | Adresstyp | modal/satzweise | G70/G71 | G700/G710 | G90/G91 | IC | AC | DC, ACN, ACP | CIC, CAC, CDC, CACN, CACP | QU | Datentyp des zugewiesenen Werts |
|------------------|--|-----------------|---------|-----------|---------|----|----|--------------|---------------------------|----|--|
| SRA | Rückzugsweg bei externem Eingang axial | m | | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| OS | Pendeln EIN/AUS | m | | | | | | | | | vorzeichenlos INT |
| OST1 | Haltezeit im linken Umkehrpunkt (Pendeln) | m | | | | | | | | | REAL |
| OST2 | Haltezeit im rechten Umkehrpunkt (Pendeln) | m | | | | | | | | | REAL |
| OSP1 | linker Umkehrpunkt (Pendeln) | m | x | x | x | x | x | x | | | REAL |
| OSP2 | rechter Umkehrpunkt (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 | Ausfunktanzahl Pendeln | m | | | | | | | | | vorzeichenlos INT |
| OSCTRL | Optionen Pendeln | m | | | | | | | | | vorzeichenlos INT: Setzoptionen, vorzeichenlos INT: Rücksetzoptionen |
| OSCILL | Achszuordnung für Pendeln, Pendeln einschalten | m | | | | | | | | | Axis: 1 - 3 Zustellachsen |
| FDA | axialer Vorschub für Handradüberlagerung | s | x | | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| FGREF | Bezugsradius | m | x | x | | | | | | | vorzeichenlos REAL |
| POLF | Position LIFTFAST | m | x | x | | | | | | | vorzeichenlos REAL |

| Adressbe- zeichner | Adresstyp | modal/ satz- weise | G70/ G71 | G700/ G710 | G90/ G91 | IC | AC | DC, ACN, ACP | CIC, CAC, CDC, CACN, CACP | QU | Datentyp des zu- gewiesenen Werts |
|-----------------------|---|--------------------------|-------------|---------------|-------------|----|----|--------------------|---------------------------------------|----|--|
| FXS | Fahren auf Festan- schlag EIN | m | | | | | | | | | vorzeichenlos INT |
| FXST | Moment- grenze für Fahren auf Festan- schlag | m | | | | | | | | | REAL |
| FXSW | Überwach- ungsfenster für Fahren auf Festan- schlag | m | | | | | | | | | REAL |
| 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 axi- al mit Rest- weglöschen | s | | | | | | | | | INT Modus und 1 - 4 Trigger- ereignisse |
| MEAWA | Messen axi- al ohne Restweglö- schen | 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

17.3.3 Einstellbare Adressen

| Adressbezeichner (Standardeinstellung) | Adresstyp | modal/satzweise | 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 |
| Werkzeugorientierung | | | | | | | | | | | |
| A2, B2, C2 | Eulerwinkel oder RPY-Winkel | s | | | | | | | | 3 | REAL |
| A3, B3, C3 | Richtungsvektorkomponente | s | | | | | | | | 3 | REAL |
| A4, B4, C4 für Satzanfang | Normalenvektorkomponente | s | | | | | | | | 3 | REAL |
| A5, B5, C5 für Satzende | Normalenvektorkomponente | s | | | | | | | | 3 | REAL |
| A6, B6, C6 | Richtungsvektorkomponente | s | | | | | | | | 3 | REAL |
| A7, B7, C7 | Zwischenorientierungskomponente | 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 | Orientierungsänderung (bezogen auf die Bahn) | m | | | | | | | | 1 | REAL |
| Interpolationsparameter | | | | | | | | | | | |
| I, J, K | Interpolationsparameter 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 |

| Adressbe- zeichner (Standardein- stellung) | 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 |
|---|---|--------------------------|-------------|----|----|--------------------|---------------------------------------|-----------|----|----------------|---------------------------------------|
| CR | Kreisradius | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| AR | Öffnungswinkel | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| TURN | Windungsan- zahl für Schrau- benlinie | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos INT |
| PL | Parameter Inter- vall-Länge | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| PW | Punkt-Gewicht | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| SD | Spline-Grad | m | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos INT |
| TU | Achswinkel | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos INT |
| STAT | Stellung der Ge- lenke | m | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos INT |
| SF | Startpunktver- satz für Gewinde- schneiden | m | | | | | | | | 1 | REAL |
| DISCL | Sicherheitsab- stand WAB | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| DISR | Repos-Ab- stand / WAB-Ab- stand | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| DISPR | Repos-Bahndif- ferenz | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| ALF | Schnellabhebe- Winkel | m | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos INT |
| DILF | Schnellabhebe- Länge | m | | | | | | | | 1 | REAL |
| FP | Festpunkt: Num- mer des anzu- fahrenden Fest- punkts | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos INT |
| RNDM | Rundung modal | m | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| RND | Rundung satz- weise | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| CHF | Fase satzweise | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| CHR | Fase in ur- sprüngerlicher Be- wegungsrich- tung | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |

| Adressbezeichner (Standardeinstellung) | Adresstyp | modal/satzweise | G90/G91 | IC | AC | DC, ACN, ACP | CIC, CAC, CDC, CACN, CACP | PR, PM | QU | Max. Anzahl | Datentyp des zugewiesenen Werts |
|--|---|-----------------|---------|----|----|--------------|---------------------------|--------|----|-------------|---------------------------------|
| ANG | Konturzug-Winkel | s | | | | | | | | 1 | REAL |
| ISD | Eintauchtiefe | m | | | | | | | | 1 | REAL |
| DISC | Überhöhung Übergangskreis Werkzeugradiuskorrektur | m | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| OFFN | Offset Kontur - normal | m | | | | | | | | 1 | REAL |
| DITS | Gewindeeinlaufweg | m | | | | | | | | 1 | REAL |
| DITE | Gewindeauslaufweg | m | | | | | | | | 1 | REAL |
| Überschleifkriterien | | | | | | | | | | | |
| ADIS | Überschleifabstand | m | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| ADISPOS | Überschleifabstand 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 | Spindeldrehzahlbegrenzung | m | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| COARSEA | Satzwechslerverhalten: Genauhalt grob axial | m | | | | | | | | | |
| FINEA | Satzwechslerverhalten: Genauhalt fein axial | m | | | | | | | | | |
| IPOENDA | Satzwechslerverhalten: Interpolator-Stopp axial | m | | | | | | | | | |
| DIACYCOFA | Planachse: axiale Durchmesserprogrammierung AUS in Zyklen | m | | | | | | | | | |

| Adressbe- zeichner (Standardein- stellung) | 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: axia- le Durchmesser- programmie- rung bei G90 | m | | | | | | | | | |
| DIAMCHAN | Planachse: Übernahme al- ler Planachsen in den Kanalzu- stand der Durch- messerprogram- mierung | m | | | | | | | | | |
| DIAMCHANA | Planachse: Übernahme Ka- nalzustand der Durchmesserpro- grammierung | m | | | | | | | | | |
| DIAMOFA | Planachse: axia- le Durchmesser- programmie- rung AUS | m | | | | | | | | | |
| DIAMONA | Planachse: axia- le Durchmesser- programmie- rung EIN | m | | | | | | | | | |
| GP | Position: Indirek- te Programmie- rung von Positi- onsattributen | m | | | | | | | | | |
| Vorschübe | | | | | | | | | | | |
| FAD | Geschwindig- keit der langsa- men Zustellbe- wegung | s | | | | | | x | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| FD | Bahnvorschub für Handradüber- lagerung | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| FRC | Vorschub für Ra- dius und Fase | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| FRCM | Vorschub für Ra- dius und Fase modal | m | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| FB | Satzweiser Vor- schub | s | | | | | | | | 1 | vorzeichenlos REAL |
| Nibbeln / Stanzen | | | | | | | | | | | |

17.3 Adressen

| Adressbezeichner (Standardeinstellung) | Adresstyp | modal/satzweise | G90/G91 | IC | AC | DC, ACN, ACP | CIC, CAC, CDC, CACN, CACP | PR, PM | QU | Max. Anzahl | Datentyp des zugewiesenen Werts |
|--|---|-----------------|---------|----|----|--------------|---------------------------|--------|----|-------------|---------------------------------|
| SPN | Anzahl der Teilstrecken 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 |
| Werkzeugwahl | | | | | | | | | | | |
| TCARR | Werkzeugträger | m | | | | | | | | 1 | INT |
| Werkzeugverwaltung | | | | | | | | | | | |
| DL | Werkzeugsummenkorrektur | 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 | Schneidendaten-Modifikation bei drehbaren Werkzeugen EIN | m | | | | | | | | | INT |
| TOFF | Werkzeuglängen-Offset parallel zur angegebenen Geometrieachse | m | | | | | | | | | |
| TOFFL | Werkzeuglängen-Offset in Richtung der WZ-Längskomponente L1, L2 bzw. L3 | m | | | | | | | | | |
| TOFFR | Werkzeugradius-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.

17.4 G-Befehle

Die G-Befehle sind in G-Gruppen eingeteilt. In Teileprogrammen oder Synchronaktionen kann in einem Satz nur ein G-Befehl einer G-Gruppe geschrieben werden. Eine G-Befehl kann modal wirksam oder satzweise wirksam sein.

Modal: bis zur Programmierung eines anderen G-Befehles derselben G-Gruppe.

G-Gruppen

- G-Gruppe 1 ... 15 (Seite 455)
- G-Gruppe 16 ... 30 (Seite 461)
- G-Gruppe 31 ... 45 (Seite 465)
- G-Gruppe 46 ... 62 (Seite 470)
- Legende zu den G-Gruppentabellen (Seite 475)

Tabelle 17-1

| G-Gruppe 1: Modal wirksame Bewegungsbefehle | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 | | |
| 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 | | |

| G-Gruppe 1: Modal wirksame Bewegungsbefehle | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| INVCW | 18 | Evolventen-Interpolation im Uhrzeigersinn | + | m | | |
| INVCCW | 19 | Evolventen-Interpolation gegen den Uhrzeigersinn | + | m | | |
| G335 | 20 | Drehen eines balligen Gewindes im Uhrzeigersinn | + | m | | |
| G336 | 21 | Drehen eines balligen Gewindes gegen den Uhrzeigersinn | + | m | | |

Tabelle 17-2

| G-Gruppe 2: Satzweise wirksame Bewegungen, Verweilzeit | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 | Wiederanfahen an die Kontur linear | - | s | | |
| REPOSQ | 6 | Wiederanfahen an die Kontur im Viertelkreis | - | s | | |
| REPOSH | 7 | Wiederanfahen an die Kontur im Halbkreis | - | s | | |
| REPOSA | 8 | Wiederanfahen an die Kontur linear mit allen Achsen | - | s | | |
| REPOSQA | 9 | Wiederanfahen an die Kontur mit allen Achsen, Geometrieachsen im Viertelkreis | - | s | | |
| REPOSHA | 10 | Wiederanfahen 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 | | |
| G248 | 15 | Verlassen der Kontur mit Viertelkreis | - | s | | |
| G348 | 16 | Verlassen der Kontur mit Halbkreis | - | s | | |
| G5 | 17 | Schrägeinsteichschleifen | - | s | | |
| G7 | 18 | Ausgleichsbewegung beim Schrägeinsteichschleifen | - | s | | |

Tabelle 17-3

| G-Gruppe 3: Programmierbarer Frame, Arbeitsfeldbegrenzung und Polprogrammierung | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 | | |

| G-Gruppe 3: Programmierbarer Frame, Arbeitsfeldbegrenzung und Polprogrammierung | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| 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 17-4

| G-Gruppe 4: FIFO | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-5

| G-Gruppe 6: Ebenenanwahl | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G17 | 1 | Ebenenwahl 1. - 2. Geometrieachse | + | m | x | |
| G18 | 2 | Ebenenwahl 3. - 1. Geometrieachse | + | m | | |
| G19 | 3 | Ebenenwahl 2. - 3. Geometrieachse | + | m | | |

Tabelle 17-6

| G-Gruppe 7: Werkzeugradiuskorrektur | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-7

| G-Gruppe 8: Einstellbare Nullpunktverschiebung | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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-Befehlen dieser G-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 von G-Befehle dieser G-Gruppe, ist einstellbar über MD28080 \$MC_MM_NUM_USER_FRAMES.

Tabelle 17-8

| G-Gruppe 9: Frame-Unterdrückung | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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. Null- punktverschiebung, PAROT einschließlich Handrad- verschiebungen (DRF), [externe Nullpunktverschie- bung], überlagerte Bewegung | - | s | | |
| G153 | 3 | wie G53 inklusive der Unterdrückung aller kanalspezi- fischen und/oder NCU-globalen Basisframes | - | s | | |

Tabelle 17-9

| G-Gruppe 10: Genauhalt - Bahnsteuerbetrieb | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 Wegkriteri- um (= 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 mög- licher Dynamik | + | m | | |
| G645 | 7 | Bahnsteuerbetrieb mit Überschleifen von Ecken und tangentialer Satzübergänge unter Einhaltung definier- ter Toleranzen | + | m | | |

Tabelle 17-10

| G-Gruppe 11: Genauhalt satzweise | | | | | | |
|---|-------------------|-----------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G9 | 1 | Genauhalt | - | s | | |

Tabelle 17-11

| G-Gruppe 12: Satzwechselkriterien bei Genauhalt (G60/G9) | | | | | | |
|---|-------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-12

| G-Gruppe 13: Werkstückvermaung Inch/metrisch | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-13

| G-Gruppe 14: Werkstückvermaung absolut/inkremental | | | | | | |
|--|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G90 | 1 | Absolutmaßangabe | + | m | x | |
| G91 | 2 | Kettenmaßangabe | + | m | | |

Tabelle 17-14

| G-Gruppe 15: Vorschubtyp | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G93 | 1 | Zeitreziproker Vorschub 1/min | + | m | | |
| G94 | 2 | Linearevorschub 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 Verfahzeit, konstante Bahn- geschwindigkeit ausschalten | + | m | | |
| G961 | 7 | Konstante Schnittgeschwindigkeit und Vorschubtyp wie bei G94 EIN | + | m | | |

| G-Gruppe 15: Vorschubtyp | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G971 | 8 | Konstante Schnittgeschwindigkeit und Vorschubtyp wie bei G94 AUS | + | m | | |
| G942 | 9 | Lineavorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren | + | m | | |
| G952 | 10 | Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren | + | m | | |
| G962 | 11 | Lineavorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit | + | m | | |
| G972 | 12 | Lineavorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Spindeldrehzahl einfrieren | + | m | | |
| G973 | 13 | Umdrehungsvorschub ohne Spindeldrehzahlbegrenzung (G97 ohne LIMS für ISO-Modus) | + | m | | |

Tabelle 17-15

| G-Gruppe 16: Vorschubkorrektur an Innen- und Außenkrümmung | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-16

| G-Gruppe 17: An-/Abfahrverhalten Werkzeugkorrektur | | | | | | |
|---|-------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-17

| G-Gruppe 18: Eckenverhalten Werkzeugkorrektur | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-18

| G-Gruppe 19: Kurvenübergang bei Spline-Beginn | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-19

| G-Gruppe 20: Kurvenübergang bei Spline-Ende | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| ENAT | 1 | Natürlicher Kurvenübergang zum nächsten Verfahr-satz | + | m | x | |
| ETAN | 2 | Tangentialer Kurvenübergang zum nächsten Verfahr-satz | + | m | | |
| EAUTO | 3 | Festlegung des letzten Spline-Abschnitts durch die letzten 3 Punkte | + | m | | |

Tabelle 17-20

| G-Gruppe 21: Beschleunigungsprofil | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-21

| G-Gruppe 22: Werkzeugkorrekturtyp | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 konstan- ter Werkzeugorientierung | + | m | | |
| CUT3DFS | 5 | 3-D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung unabhängig vom aktiven Frame | + | m | | |
| CUT3DFF | 6 | 3-D-Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit fester Werk- zeugorientierung abhängig vom aktiven Frame | + | m | | |
| CUT3DCC | 7 | 3-D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begren- zungsflächen | + | m | | |
| CUT3DCCD | 8 | 3-D-Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begren- zungsflächen mit Differenzwerkzeug | + | m | | |

Tabelle 17-22

| G-Gruppe 23: Kollisionsüberwachung an Innenkonturen | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-23

| G-Gruppe 24: Vorsteuerung | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| FFWOF | 1 | Vorsteuerung AUS | + | m | x | |
| FFWON | 2 | Vorsteuerung EIN | + | m | | |

Tabelle 17-24

| G-Gruppe 25: Bezug Werkzeugorientierung | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-25

| G-Gruppe 26: Wiederanfahrmodus für REPOS (modal wirksam) | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 Satzende | - | m | | |
| RMN | 4 | Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt | - | m | | |

Tabelle 17-26

| G-Gruppe 27: Werkzeugkorrektur bei Orientierungsänderung an Außenecken | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-27

| G-Gruppe 28: Arbeitsfeldbegrenzung | | | | | | |
|---|-------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| WALIMON | 1 | Arbeitsfeldbegrenzung EIN | + | m | x | |
| WALIMOF | 2 | Arbeitsfeldbegrenzung AUS | + | m | | |

Tabelle 17-28

| G-Gruppe 29: Radius-/Durchmesserprogrammierung | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-29

| G-Gruppe 30: NC-Satz-Kompression | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-30

| G-Gruppe 31: OEM-G-Befehle | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|--------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G810 | 1 | OEM-G-Befehl | - | m | | |
| G811 | 2 | OEM-G-Befehl | - | m | | |
| G812 | 3 | OEM-G-Befehl | - | m | | |
| G813 | 4 | OEM-G-Befehl | - | m | | |
| G814 | 5 | OEM-G-Befehl | - | m | | |
| G815 | 6 | OEM-G-Befehl | - | m | | |
| G816 | 7 | OEM-G-Befehl | - | m | | |
| G817 | 8 | OEM-G-Befehl | - | m | | |
| G818 | 9 | OEM-G-Befehl | - | m | | |

17.4 G-Befehle

| G-Gruppe 31: OEM-G-Befehle | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|--------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G819 | 10 | OEM-G-Befehl | - | m | | |

Zwei G-Befehlsgruppen sind für den OEM-Anwender reserviert. Damit gibt er die Programmierung der von ihm eingebrachten Funktionen zur Programmierung nach außen.

Tabelle 17-31

| G-Gruppe 32: OEM-G-Befehle | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G820 | 1 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G821 | 2 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G822 | 3 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G823 | 4 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G824 | 5 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G825 | 6 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G826 | 7 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G827 | 8 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G828 | 9 | OEM - G-Befehl | - | m | | |
| G829 | 10 | OEM - G-Befehl | - | 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 17-32

| G-Gruppe 33: Einstellbare Werkzeugfeinkorrektur | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-33

| G-Gruppe 34: Glättung Werkzeugorientierung | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 | | |

| G-Gruppe 34: Glättung Werkzeugorientierung | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| OSD | 5 | Satzinternes Überschleifen mit Vorgabe der Weglänge | + | m | | |
| OST | 6 | Satzinternes Überschleifen mit Vorgabe der Winkelto- leranz | + | m | | |

Tabelle 17-34

| G-Gruppe 35: Stanzen und Nibbeln | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-35

| G-Gruppe 36: Stanzen mit Verzögerung | | | | | | |
|---|-------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-36

| G-Gruppe 37: Vorschubprofil | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-37

| G-Gruppe 38: Zuordnung schnelle Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-38

| G-Gruppe 39: Programmierbare Konturgenauigkeit | | | | | | |
|---|-------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-39

| G-Gruppe 40: Werkzeugradiuskorrektur konstant | | | | | | |
|--|-------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-40

| G-Gruppe 41: Gewindeschneiden unterbrechbar | | | | | | |
|--|-------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-41

| G-Gruppe 42: Werkzeugträger | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| TCOABS | 1 | Werkzeuflängenkomponenten aus der aktuellen Werkzeugorientierung bestimmen | + | m | x | |
| TCOFR | 2 | Werkzeuflängenkomponenten aus der Orientierung des aktiven Frames bestimmen | + | m | | |

| G-Gruppe 42: Werkzeugträger | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| TCOFRZ | 3 | Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Z-Richtung | + | m | | |
| 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 17-42

| G-Gruppe 43: Anfahrriechung WAB | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G140 | 1 | Anfahrriechung WAB festgelegt durch G41/G42 | + | m | x | |
| G141 | 2 | Anfahrriechung WAB links von der Kontur | + | m | | |
| G142 | 3 | Anfahrriechung WAB rechts von der Kontur | + | m | | |
| G143 | 4 | Anfahrriechung WAB tangentenabhängig | + | m | | |

Tabelle 17-43

| G-Gruppe 44: Wegaufteilung WAB | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G340 | 1 | Anfahrersatz 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 17-44

| G-Gruppe 45: Bahnbezug der FGROUP-Achsen | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-45

| G-Gruppe 46: Ebenenanwahl für Schnellabheben | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-46

| G-Gruppe 47: Modus-Umschaltung für externen NC-Code | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-47

| G-Gruppe 48: An- / Abfahrverhalten bei Werkzeugradiuskorrektur | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| G460 | 1 | Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrersatz 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 17-48

| G-Gruppe 49: Punkt-zu-Punkt-Bewegung | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-49

| G-Gruppe 50: Orientierungsprogrammierung | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 | | |
| ORIAPOS | 5 | Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen mit Rundachspalten | + | m | | |
| ORIRPY2 | 6 | Orientierungswinkel über RPY-Winkel (Drehreihenfolge ZYX) | + | m | | |

Tabelle 17-50

| G-Gruppe 51: Interpolationsart Orientierungsprogrammierung | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 | | |
| 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 17-51

| G-Gruppe 52: Werkstückbezogene Frame-Drehung | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-52

| G-Gruppe 53: Werkzeugbezogene Frame-Drehung | | | | | | |
|--|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 | | |
| 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 17-53

| G-Gruppe 54: Vektordrehung bei Polynomprogrammierung | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-54

| G-Gruppe 55: Eilgangbewegung mit/ohne Linear-Interpolation | | | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-55

| G-Gruppe 56: Einrechnung des Werkzeugverschleißes | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 | | |
| 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 Werkzeugdrehung) | + | m | | |

Tabelle 17-56

| G-Gruppe 57: Eckenverzögerung | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-57

| G-Gruppe 59: Dynamikmodus für Bahninterpolation | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-58

| G-Gruppe 60: Arbeitsfeldbegrenzung | | | | | | |
|---|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-59

| G-Gruppe 61: Glättung Werkzeugorientierung | | | | | | |
|---|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | 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 17-60

| G-Gruppe 62: Wiederanfahrmodus für REPOS (satzweise wirksam) | | | | | | |
|---|-------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| RMBBL | 1 | Wiederanfahren an Satzanfangspunkt | - | s | | |
| RMIBL | 2 | Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt | - | s | x | |

| G-Gruppe 62: Wiederanfahrmodus für REPOS (satzweise wirksam) | | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|----|
| G-Befehl | Nr. ¹⁾ | Bedeutung | MD20150 ²⁾ | W ³⁾ | STD ⁴⁾ | |
| | | | | | SAG | MH |
| RMEBL | 3 | Wiederanfahren an Satzendpunkt | - | s | | |
| RMNBL | 4 | Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt | - | s | | |

Legende

- 1) Interne Nummer (z. B. für PLC-Schnittstelle)
- 2) Projektierbarkeit des G-Befehls als Löschstellung der G-Gruppe bei Hochlauf, Reset bzw. Teilprogrammende (mit MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES):
 - + projektierbar
 - nicht projektierbar
- 3) Wirksamkeit des G-Befehls:
 - m modal (satzübergreifend)
 - s satzweise
- 4) Löschstellung, siehe folgende Maschinendaten
 - MD20149GCODE_RESET_S_VALUES (Löschstellung der G-Gruppen (fix))
 - MD20150GCODE_RESET_VALUES (Löschstellung der G-Gruppen)
 - MD20151GCODE_RESET_S_MODE (Resetverhalten der G-Gruppen (fix))
 - MD20152GCODE_RESET_MODE (Resetverhalten der G-Gruppen)
 - MD20154EXTERN_GCODE_RESET_VALUES (Löschstellung der G-Gruppen im ISO-Mode)
 - MD20156EXTERN_GCODE_RESET_MODE (Resetverhalten der externen G-Gruppen)

SAG Standardeinstellung **Siemens AG**

MH Standardeinstellung **Maschinenhersteller** (siehe Angaben des Maschinen-Herstellers)

Bild 17-1 Legende zu den G-Gruppentabellen

17.5 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 *): Achsbezeich- ner Maschinen- achse | REAL: Preset-Ver- schiebung G700/G710 Kontext | wie 1 ... | wie 2 ... | Istwertsetzen für die programmier- ten Achsen mit Verlust des Referen- zierstatus |

| Koordinatensystem | | | | | |
|-------------------|--|---|-----------|-----------|--|
| Bezeichner | Parameter | | | | Erläuterung |
| PRESETONS | AXIS *): Achsenbezeich- ner Maschinen- achse | REAL: Preset-Ver- schiebung G700/G710 Kontext | wie 1 ... | wie 2 ... | Istwertsetzen für die programmierten Achsen ohne Verlust des Referenzierstatus |
| 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. INT: Geometrie- achsnnummer 1 - 3 | 2. AXIS: Kanalachsbe- zeichner | 3. / 5. wie 1 | 4. / 6. wie 2 | Anwahl eines parallelen Koordinatensystems |
| FGROUP | 1. – 8. AXIS: Kanalachsbezeichner | | | | Variabler F-Wert-Bezug: Festlegung der Achsen, auf die sich der Bahnvorschub bezieht Maximale Achsanzahl: 8 Mit FGROU () ohne Angabe von Parametern wird die Standardeinstellung für den F-Wert-Bezug aktiviert. |
| SPLINEPATH | 1. INT: Spline-Ver- band (muss 1 sein) | 2. - 9. AXIS: Geometrie- oder Zusatzbezeichner | | | Festlegung des Spline-Verbandes Maximale Achsanzahl: 8 |
| POLYPATH | 1. STRING | 2. STRING | | | Einschalten der Polynominterpolation für selektive Achsgruppen |

| Mitschleppen | | | | | | | Erläuterung |
|--------------|--|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---|---|---|
| Bezeichner | Parameter | | | | | | |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| TANG | AXIS: Achse- name Folge- achse | AXIS : Leitach- se 1 | AXIS: Leitach- se 2 | REAL: Koppel- faktor | CHAR: Option: "B": Nach- führung im BKS "W": Nachfüh- rung im WKS | CHAR Optimie- rung: "S": Stan- dard"P": autom. mit Über- schleif- weg, Winkelto- leranz | 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: Achse- name Folge- achse | REAL: Offset- Winkel | REAL: Über- schleif- weg | REAL: Winkelto- leranz | | | Tangentiales Nachführen EIN |
| TANGOF | AXIS: Achse- name Folge- achse | | | | | | Tangentiales Nachführen AUS |
| TLIFT | AXIS: Nachge- führte Achse | REAL: Abhebe- weg | REAL: Faktor | | | | Tangentiales Nachführen, Halt an Konturrecke ggf. mit Abheben Drehachse |
| TRAILON | AXIS: Folge- achse | AXIS: Leitach- se | REAL: Koppel- faktor | | | | Achssynchrones Mitschleppen EIN |
| TRAILOF | AXIS: Folge- achse | AXIS: Leitach- se | | | | | 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.Be- reichs | STRING: Angabe des Spei- cherorts | Tabellendefinition EIN Die nachfolgenden Bewegungssätze bestimmen die Kurventabelle. |
| CTABEND | AXIS: Folgeachse | AXIS: Leitachse | INT: Tabellen- nummer | INT: Verhalten an Rändern des Def.Be- reichs | | Tabellendefinition AUS |
| CTABDEL | INT: Tabellen- nummer n | INT: Tabellen- nummer m | STRING: Angabe des Spei- cherorts | | | 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 |
| 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 |
| | 1. | 2. | 3. | |
| FPRAON | 1. | 2. | | Umdrehungsvorschub axial EIN |
| | AXIS: Achse, für die Umdrehungsvorschub eingeschaltet wird | AXIS: Achse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet wird. Ist keine Achse programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet. | | |
| FPRAOF | 1. - n. | | | 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. |
| | AXIS: Achsen, für die Umdrehungsvorschub ausgeschaltet wird | | | |
| FPR | 1. | | | Auswahl einer Rundachse/Spindel, von der der Umdrehungsvorschub der Bahn bei G95 abgeleitet wird. Die mit FPR getroffene Einstellung gilt modal. |
| | AXIS: Achse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet wird. Ist keine Achse programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet. | | | |

| Transformationen | | | | |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----|---|
| Bezeichner | Parameter | | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | 3. | |
| TRACYL | REAL: Arbeitsdurchmesser | INT: Nummer der Transformation | | Zylinder: Mantelflächen-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. Entfällt der 2. Parameter, so wird der über MD eingestellte Transformationsverband aktiviert. |
| TRANSMIT | INT: Nummer der Transformation | | | Transmit: Polar-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. Entfällt der Parameter, so wird der über MD eingestellte Transformationsverband aktiviert. |

| Transformationen | | | | |
|------------------|---|---|----|--|
| Bezeichner | Parameter | | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | 3. | |
| TRAANG | REAL: Winkel | INT: Nummer der Transformati- on | | Transformation schräge Achse Pro Kanal können mehrere Transformationen einge- stellt 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 Transformati- on | | | 4-, 5-Achs-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen einge- stellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. |
| TRACON | INT: Nummer der Transformati- on | 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 wirk- sam. | |

| 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. |

| Schleifen | | | |
|------------|------------------|--|-------------|
| Bezeichner | Parameter | | Erläuterung |
| | 1. | | |
| 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. | |

| Abspannen | | | | | |
|------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| Bezeichner | Parameter | | | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | |
| CONTPRON | REAL [, 11]: Konturtable | CHAR: Bear- beitungsart | INT: Anzahl der Hinterschnitte | INT: Status der Be- rechnung | Referenzauflösung einschalten Die im Folgenden aufgerufenen Kon- turprogramme bzw. NC-Sätze wer- den in einzelne Bewegungen aufge- teilt und in der Konturtable abge- legt. Die Anzahl der Hinterschnitte wird zurückgeliefert. |
| CONTDCON | REAL [, 6]: Konturtable | INT: Bearbeitungs- richtung | | | Konturdecodierung Die Sätze einer Kontur werden mit einer Tabellenzeile je Satz speicher- günstig codiert in einer benannten Table gespeichert. |
| EXECUTE | INT: Fehler- status | | | | Programmausführung einschalten Damit wird aus dem Referenzauflö- sungsmodus oder nach Aufbau ei- nes Schutzbereichs zur normalen Programmbearbeitung zurückge- schaltet. |

| Tabelle abarbeiten | | | |
|--------------------|--|---|-------------|
| Bezeichner | Parameter | | Erläuterung |
| | 1. | | |
| EXECTAB | REAL [11]: Element aus Bewegungstabel- le | Ein Element aus einer Bewegungstabelle abarbeiten | |

| Schutzbereiche | | | | | | |
|----------------|-----------------------------------|--|--|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| Bezeichner | Parameter | | | | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | |
| CPROTDEF | INT: Nummer des Schutzbereichs | BOOL: TRUE: Werkzeugorientierter Schutzbereich | INT: 0: 4. und 5. Parameter werden nicht ausgewertet 1: 4. Parameter wird ausgewertet 2: 5. Parameter wird ausgewertet 3: 4. und 5. Parameter werden ausgewertet | REAL: Begrenzung in Plus-Richtung | REAL: Begrenzung in Minus-Richtung | Definition eines Kanal-spezifischen Schutzbereichs |
| NPROTDEF | INT: Nummer des Schutzbereichs | BOOL: TRUE: Werkzeugorientierter Schutzbereich | INT: 0: 4. und 5. Parameter werden nicht ausgewertet 1: 4. Parameter wird ausgewertet 2: 5. Parameter wird ausgewertet 3: 4. und 5. Parameter werden ausgewertet | 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 Schutzbereichs | INT: Option 0: Schutzbereich aus 1: Schutzbereich voraktivieren 2: Schutzbereich ein 3: Schutzbereich voraktivieren mit bedingtem Stopp, nur bei aktiven Schutzbereichen | REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der ersten Geometrieachse | REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der zweiten Geometrieachse | REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der dritten Geometrieachse | Kanal-spezifischen Schutzbereich EIN/AUS |
| NPROT | INT: Nummer des Schutzbereichs | INT: Option 0: Schutzbereich aus 1: Schutzbereich voraktivieren 2: Schutzbereich ein 3: Schutzbereich voraktivieren mit bedingtem Stopp, nur bei aktiven Schutzbereichen | REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der ersten Geometrieachse | REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der zweiten Geometrieachse | REAL: Verschiebung des Schutzbereichs in der dritten Geometrieachse | Maschinen-spezifischen Schutzbereich 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 | | Erläuterung |
| | 1. | | |
| 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 SE-TINT 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 | | Erläuterung |
| | 1. – n. | | |
| 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: Funktionsnummer | REAL: Unterer Grenzwert | REAL: Oberer Grenzwert | REAL: Koeffizienten a0-a3 | | Polynomfunktion definieren Diese wird in SYNFACT oder PUTF-TOCF 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.

| Programmkoordination | | | | |
|----------------------|--|--|----------------------------|---|
| Bezeichner | Parameter | | | Erläuterung |
| INIT | 1. | 2. | 3. | Anwahl eines NC-Programms zur Abarbeitung in einem Kanal |
| | INT: Kanalnummer oder Kanalname aus MD20000*) | STRING: Pfadangabe | CHAR: Quittungsmodus**) | |
| | 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: Markennummer | 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: Markennummer | 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. |
| | 1. - n. | | | |
| SETM | INT: Markennummer | | | Setzen einer oder mehrerer Marken für die Kanalkoordination Die Bearbeitung im eigenen Kanal wird davon nicht beeinflusst. |
| CLEARM | INT: Markennummer | | | Löschen einer oder mehrerer Marken für die Kanalkoordination Die Bearbeitung im eigenen Kanal wird davon nicht beeinflusst. |
| | 1. - n. | | | |

| Programmkoordinierung | | | | | |
|-----------------------|---|--|--|---|--|
| Bezeichner | Parameter | | | | Erläuterung |
| 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. INT (oder STRING): Sprungziel (Satz-Nr. / Marke) für Rücksprung | 2. INT: 0: Rücksprung auf Sprungziel aus 1. Par. > 0: Rücksprung auf den Folgesatz | 3. INT: Anzahl der zu überspringenden Unterprogrammenebenen | 4. BOOL: Rücksprung auf ersten Satz im Hauptprogramm | Unterprogrammende ohne Funktions-Ausgabe an die PLC Bei Angabe des 1. Parameters (Sprungziel) erfolgt der Rücksprung zuerst auf den Satz nach dem Aufrufsatz. Anschließend wird das Ziel abhängig von der Programmierung (RET oder RETB) nach folgender Strategie gesucht: <ul style="list-style-type: none"> • RET: Suche in Richtung Programmende. Ist die Suche nicht erfolgreich, wird als nächstes in Richtung Programmanfang gesucht. • RETB:: Suche in Richtung Programmanfang. Ist die Suche nicht erfolgreich, wird als nächstes in Richtung Programmende gesucht. |
| RETB | 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 überspringenden Unterprogrammenebenen | BOOL: Rücksprung auf ersten Satz im Hauptprogramm | |
| | 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 |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | |

| Programmkoordinierung | | | | | |
|-----------------------|--|---|--|--|---|
| Bezeichner | Parameter | | | | Erläuterung |
| PUTFTOC | REAL: Korrekturwert | INT: Parameter- nummer | INT: Kanalnum- mer oder Kanalname aus MD20000*) | INT: Spindel- nummer | Ändern der Werkzeugfeinkorrektur |
| PUTFTOCF | INT: Nr. der Funktion | VAR REAL: Bezugswert | INT: Para- meter-num- mer | INT: Kanalnum- mer oder Kanalname aus MD20000*) | Ändern der Werkzeugfeinkorrektur in Abhän- gigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funkti- on (Polynom max. 3. Grades) Bei FCTDEF ist die hier verwendete Nr. anzu- geben. |
| AXTOCHAN | 1. AXIS: Achsb- zeichner | 2. INT: Kanalnum- mer oder Kanalname aus MD20000*) | 3. - n. wie 1 ... | 4. - m. wie 2 ... | Achsen an andere Kanäle übergeben |

*) 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-num- mer | 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 lesen- den Dateibe- reichs | INT: Anzahl der zu lesenden Zei- len | VAR CHAR[255]: Variablenfeld, in dem die ge- lesene Infor- mation abge- legt 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 | | | | |

| Alarmer | | | |
|------------|--|-------------------------|--|
| Bezeichner | Parameter | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | |
| SETAL | INT: Alarmnum- mer (Zyklus- alarme) | STRING: Zeichenkette | Alarm setzen Zur Alarmnummer kann zusätzlich eine Zeichenkette mit bis zu 4 Para- metern angegeben werden. Es stehen folgende vordefinierte Parameter zur Verfügung: %1 = Kanalnummer %2 = Satznummer, Label %3 = Textindex für Zyklusalarme %4 = zusätzlichen Alarmparameter |

| Werkzeugverwaltung | | | | |
|--------------------|---------------|---------------|--|---|
| Bezeichner | Parameter | | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | | |
| DELDL | INT: T-Nr. | INT: D-Nr. | | Alle Summenkorrektur- en einer Schneide lö- schen (oder eines Werkzeugs, wenn D nicht angegeben wird) |

| Werkzeugverwaltung | | | | | | | |
|--------------------|--|---|--|---|--|--------------------------------------|---|
| Bezeichner | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| DELT | STRING[32]: Werkzeugbe- zeichner | INT: Duplo-Nr. | | | | | Werkzeug löschen Duplonummer kann entfallen. |
| DELTC | INT: Datensatz- Nr. n | INT: Datensatz- Nr. m | | | | | Werkzeugträger-Da- tensatznummer 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: Reservie- rungsmod- us | Leerplatz für ein Werk- zeug suchen |
| | 1. | 2. | | | | | |
| GETSELT | VAR INT: T-Nr. (Rück- gabewert) | INT: Spindel-Nr. | | | | | Liefert die T-Nummer des für die Spindel vor- gewählten 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 Werkzeugum- gebung | INT AR- RAY[3]: Rückgabe- werte | | | | | Liest die in einer Werk- zeugumgebung abge- legten T-, D- und DL- Nummern |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | | | |
| POSM | INT: Nr. des Plat- zes, auf den positioniert werden soll | INT: Nr. des Ma- gazins, das bewegt wer- den soll | INT: Platz-Nr. des inter- nen Maga- zins | INT: Maga- zin-Nr. des internen Magazins | | | Magazin positionieren |
| RESETMON | VAR INT: Status = Er- gebnis der Operation (Rückgabe- wert) | INT: interne T-Nr. | INT: D-Nr. des Werkzeugs | INT: Optionaler bitcodierter Parameter | | | Istwert des Werk- zeugs auf den Sollwert setzen |

| Werkzeugverwaltung | | | | | | |
|--------------------|---|-------------------------|----------------------------|--------------------------|--|---|
| Bezeichner | Parameter | | | | | Erläuterung |
| SETDNO | 1. | 2. | 3. | | | Korrekturnummer (D) der Schneide des Werkzeugs (T) setzen |
| | INT: T-Nr. | INT: Schneiden-Nr. | INT: D-Nr. | | | |
| SETMTH | 1. | | | | | Werkzeughalter-Nr. setzen |
| | INT: Werkzeughalter-Nr. | | | | | |
| SETPIECE | 1. | 2. | | | | Werkstückzähler der Spindel dekrementieren Damit kann der Anwender die Stückzahl-Überwachungsdaten der an dem Bearbeitungsprozess beteiligten Werkzeuge aktualisieren. |
| | INT: Wert, um den dekrementiert wird | INT: Spindel-Nr. | | | | |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | | |
| SETTA | VAR INT: Status = Ergebnis der Operation (Rückgabewert) | INT: Magazin-Nr. | INT: Verschleißverbund-Nr. | INT: Werkzeuguntergruppe | | Werkzeug aus Verschleißverbund aktiv setzen |
| SETTIA | VAR INT: Status = Ergebnis der Operation (Rückgabewert) | INT: Magazin-Nr. | INT: Verschleißverbund-Nr. | INT: Werkzeuguntergruppe | | Werkzeug aus Verschleißverbund inaktiv setzen |
| TCA | 1. | 2. | 3. | | | WZ-Anwahl/-Wechsel unabhängig vom Status des Werkzeugs |
| | STRING[32]: Werkzeugbezeichner | INT: Duplo-Nr. | INT: Werkzeughalter-Nr. | | | |
| TCI | 1. | 2. | | | | Werkzeug aus Zwischenspeicher in das Magazin wechseln |
| | INT: Nr. des Zwischenspeichers | INT: Werkzeughalter-Nr. | | | | |

| Werkzeugverwaltung | | | | | | |
|--------------------|----------------|-----------------------|-------------------|---|--|--|
| Bezeichner | Parameter | | | | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | |
| MVTOOL | INT: Status | INT: Maga- zin-Nr. | INT: Platz-Nr. | INT: Maga- zin-Nr. nach der Bewegung | INT: Ziel- platz-Nr. nach der Bewe- gung | Sprachbefehl zum Be- wegen eines Werk- zeugs |

| 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: Leitspin- del | REAL: Zähler Über- setzungs- verhältnis | REAL: Nenner Überset- zungsver- hältnis | STRING[8]: Satzwech- selverhal- ten | STRING[2]: Koppelart | Synchronspindel-Ver- band definieren |
| COUPDEL | AXIS: Folge- spindel | AXIS: Leitspin- del | | | | | Synchronspindel-Ver- band löschen |
| COUPRES | AXIS: Folge- spindel | AXIS: Leitspin- del | | | | | Kopplungsparameter zurücksetzen auf pro- jektierte MD- und SD- Werte |
| COUPON | AXIS: Folge- spindel | AXIS: Leitspin- del | REAL: Einschalt- position der Folgespin- del | | | | Synchronspindel- Kopplung einschalten Wird für die Folgespin- del eine Einschaltposi- tion (Winkelversatz zwischen FS und LS, der sich -- absolut oder inkrementell -- auf die Null-Grad-Position der LS in positiver Dreh- richtung bezieht) an- gegeben, dann wird die Kopplung erst ein- geschaltet, wenn die angegebene Position überfahren wurde. |

| Synchronspindel | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------------------------------|---|--|----|----|---|
| Bezeichner | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| COUPONC | AXIS: Folgespindel | AXIS: Leitspindel | | | | | Synchronspindel-Kopplung einschalten Mit COUPONC wird beim Einschalten der Kopplung die aktuell wirksame Drehzahl der Folgespindel (M3/M4 S...) übernommen. |
| COUPOF | AXIS: Folgespindel | AXIS: Leitspindel | REAL: Ausschaltposition der Folgespindel (absolut) | REAL: Ausschaltposition 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: Folgespindel | AXIS: Leitspindel | REAL: Ausschaltposition der Folgespindel (absolut) | | | | Synchronspindel-Kopplung ausschalten mit Stopp der Folgespindel Wird eine Position angegeben, dann wird die Kopplung erst aufgelöst, wenn die angegebene Position überfahren wurde |
| WAITC | AXIS: Folgespindel | STRING [8]: Satzwechselverhalten | AXIS: Folgespindel | STRING[8]: Satzwechselverhalten | | | Warten, bis das Kopplungssatzwechselkriterium für die Spindeln (max. 2) erfüllt ist Wird das Satzwechselverhalten nicht angegeben, gilt das bei der Definition mit COUPDEF angegebene Satzwechselverhalten. |

| Elektronisches Getriebe | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|---|
| Bezeichner | Parameter | | | | | | | Erläuterung | |
| EGDEL | 1. | | | | | | | Kopplungsdefinition für die Folgeachse löschen | |
| | AXIS: Folgeachse | | | | | | | | |
| EGDEF | 1. | 2. / 4. / 6. / 8. / 10. | 3. / 5. / 7. / 9. / 11. | | | | | Definition eines elektronischen Getriebes | |
| | AXIS: Folgeachse | AXIS: Leitachse | INT: Kopp-lungsart | | | | | | |
| EGON | 1. | 2. | 3. / 6. / 9. / 12. / 15. | 4. / 7. / 10. / 13. / 16. | 5. / 8. / 11. / 14. / 17. | | | Elektronisches Getriebe EIN ohne Synchronisation | |
| | AXIS: Folgeachse | STRING: Satzwechselverhalten | AXIS: Leitachse | REAL: Zähler des Koppelfaktors | REAL: Nenner des Koppelfaktors | | | | |
| EGONSYN | 1. | 2. | 3. | 4. / 8. / 12. / 16. / 20. | 5. / 9. / 13. / 17. / 21. | 6. / 10. / 14. / 18. / 22. | 7. / 11. / 15. / 19. / 23. | Elektronisches Getriebe EIN mit Synchronisation | |
| | AXIS: Folgeachse | STRING: Satzwechselverhalten | REAL: Synchronposition der Folgeachse | AXIS: Leitachse | REAL: Synchronposition der Leitachse | REAL: Zähler des Koppelfaktors | REAL: Nenner des Koppelfaktors | | |
| 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. | Elektronisches Getriebe EIN mit Synchronisation und Vorgabe des Anfahrmodus |
| | AXIS: Folgeachse | STRING: Satzwechselverhalten | REAL: Synchronposition der Folgeachse | STRING: Anfahrmodus | AXIS: Leitachse | REAL: Synchronposition der Leitachse | REAL: Zähler des Koppelfaktors | REAL: Nenner des Koppelfaktors | |
| EGOFS | 1. | 2. - n. | | | | | | Elektronisches Getriebe selektiv ausschalten | |
| | AXIS: Folgeachse | AXIS: Leitachse | | | | | | | |

| Elektronisches Getriebe | | |
|-------------------------|-----------------------|---|
| Bezeichner | Parameter | Erläuterung |
| 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 |

| Auskunftsaktionen 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 |
| FILESTAT | VAR INT: Fehlermeldung | CHAR[160]: Dateiname | VAR CHAR[5]: Datum im Format "rwxsd" | Liefert den Status einer Datei bezüglich folgender Rechte: <ul style="list-style-type: none"> • Lesen (r: read) • Schreiben (w: write) • Ausführen (x: execute) • Anzeigen (s: show) • Löschen (d: delete) |
| FILEINFO | VAR INT: Fehlermeldung | 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 |
| 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-Werkzeuflängenkorrektur | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|---|--|
| Bezeichner | Parameter | | Erläuterung |
| | 1. | 2. | |
| TOFFON | AXIS: Korrekturrichtung | REAL: Offset-Wert in Korrekturrichtung | Online- Werkzeuflängenkorrektur in der angegebenen Korrekturrichtung aktivieren |
| TOFFOF | AXIS: Korrekturrichtung | | Online-Werkzeuflängenkorrektur in der angegebenen Korrekturrichtung zurücksetzen |

| SERUPRO | | |
|-------------------|------------------|---|
| Bezeichner | Parameter | Erläuterung |
| IPTRLOCK | | Beginn des suchunfähigen Programmabschnitts |
| IPTRUNLOCK | | Ende des suchunfähigen Programmabschnitts |

17.6 Vordefinierte Prozeduren in Synchronaktionen

| 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 |
| POLFA | 1. AXIS: Kanalachsbezeich- ner | 2. INT: Typ | 3. REAL: Wert | Rückzugsposition für Einzelachsen |

| Kollisionsvermeidung | | | |
|----------------------|------------------------------|--|---|
| Bezeichner | Parameter | | Erläuterung |
| | 1. | | |
| PROTA | STRING: "R" | | Neuberechnung des Kollisionsmodells anfordern |
| PROTS | 1. CHAR: Status | 2. - n. STRING: Schutzbe- reichsname | Schutzbereichszustand setzen |

17.6 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 |

17.6 Vordefinierte Prozeduren in Synchronaktionen

| Synchronprozeduren | | |
|--------------------|---|--|
| Bezeichner | Parameter | Erläuterung |
| DELDTG | 1. | Restweglöschen |
| | AXIS: Achse für axiales Restweglöschen (optional). Entfällt die Achse, wird Restweglöschen für Bahnweg angestoßen. | 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 Polynomfunktion, die mit FCTDEF definiert wurde | VAR REAL: Ergebnisvariable *) | VAR REAL: Eingangsvariable **) | |

| Polynomfunktionen | | | | | | |
|-------------------|--|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|---|
| Bezeichner | Parameter | | | | | Erläuterung |
| FTOC | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | Ändern der Werkzeugfeinkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funktion (Polynom max. 3. Grades). Bei FCTDEF muss die hier verwendete Nummer angegeben werden. |
| | INT: Nummer der Polynomfunktion, die mit FCTDEF definiert wurde | VAR REAL: Eingangsvariable **) | INT: Länge 1, 2, 3 | INT: Kanalnummer | INT: Spindelnummer | |

*) Als Ergebnisvariable sind nur spezielle Systemvariablen zulässig (siehe Funktionshandbuch Synchronaktionen).

***) Als Eingangsvariable sind nur spezielle Systemvariablen zulässig (siehe Funktionshandbuch Synchronaktionen).

17.7 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 | Rückgabewert | Parameter | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. - 15. | 4. - 16. | |
| CTRANS | FRAME | AXIS: Achsbezeichner | REAL: Verschiebung | wie Parameter 1 | wie Parameter 2 | Translation: Nullpunktverschiebung GROB für mehrere Achsen |
| CFINE | FRAME | AXIS: Achsbezeichner | REAL: Verschiebung | wie Parameter 1 | wie Parameter 2 | Translation: Nullpunktverschiebung FINE für mehrere Achsen |
| CSCALE | FRAME | AXIS: Achsbezeichner | REAL: Maßstabsfaktor | wie Parameter 1 | wie Parameter 2 | Scale: Maßstabsfaktor für mehrere Achsen |
| | | 1. | 2. | 3. / 5. | 4. / 6. | |
| CROT | FRAME | AXIS: Achsbezeichner | REAL: Drehung | wie Parameter 1 | wie Parameter 2 | Rotation: Drehung des aktuellen Koordinatensystems Maximale Parameteranzahl: 6 (je ein Achsbezeichner und Wert pro Geometrieachse). |

| Koordinatensystem | | | | | | |
|-------------------|--|--|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | | Erläuterung |
| CROTS | FRAME | AXIS: Achsbezeich- ner | REAL: Dre- hung mit Raumwinkel | wie Parameter 1 | wie Parameter 2 | Rotation: Drehung des aktuellen Koordinaten- systems mit Raumwinkel Maximale Parameteranz- ahl: 6 (je ein Achsbezeichner und Wert pro Geometrie- achse). |
| CMIRROR | | 1. | 2. - 8. | | | Mirror: Spiegeln an einer Koordinatenachse |
| | FRAME | AXIS | wie Parameter 1 | | | |
| CRPL | FRAME | 1. | 2. | | | Frame-Drehung in einer beliebigen Ebene |
| | | INT: Drehachse | REAL: Drehwinkel | | | |
| ADDFRAME | INT: 0 = OK 1 = Zielan- gabe (String) ist falsch 2 = Ziel- Frame ist nicht pro- jiziert 3 = Dre- hung im Frame ist nicht er- laubt | FRAME: additives ge- messenes oder berech- netes 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 Ge- samt-Frames mit dem übergebenen Frame er- gibt. |
| INVFRAME | FRAME | 1. | | | | Berechnet aus einem Frame den inversen Frame Die Frame-Verkettung eines Frames mit sei- nem inversen Frame er- gibt immer einen Null- Frame |
| | | FRAME | | | | |

| Koordinatensystem | | | | | |
|-------------------|--------------|---|---|--|---|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | |
| MEAFRAME | FRAME | 1. REAL[3,3]: Koordinaten der gemessenen Raumpunkte | 2. REAL[3,3]: Koordinaten der Sollpunkte | 3. VAR REAL: Variable, mit der Informationen zur Qualität der FRAME-Berechnung zurückgegeben 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 Kreismittelpunkts | 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-ordinate, 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 | Rückgabewert | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| CTAB | REAL: Folgeachspo- sition | REAL: Leitachs- position | INT: Tabellen- nummer | VAR RE- AL[]: Ergebnis Steigung | AXIS: Folge- achse für Skalie- rung | AXIS: Leitach- se für Skalie- rung | | Folgeachspo- sition zur angegebenen Leit- achsposition aus Kur- ventabelle ermitteln Sind Parameter 4/5 nicht programmiert, wird mit Standard-Ska- lierung gerechnet. |
| CTABINV | REAL: Folgeachspo- sition | REAL: Leitachs- position | REAL: Leitpositi- on | INT: Tabellen- nummer | VAR RE- AL[]: Ergebnis Steigung | AXIS: Folge- achse für Skalie- rung | AXIS: Leitach- se für Skalie- rung | Leitachsposition zur angegebenen Folge- achsposition aus Kur- ventabelle ermitteln Sind Parameter 5/6 nicht programmiert, wird mit Standard-Ska- lierung gerechnet. |
| CTABID | INT: Tabellen- nummer | INT: Eintrags- nummer im Spei- cher | STRING: Speicher- ort: "SRAM", "DRAM" | | | | | Liefert die Kurventa- bellennummer, die un- ter der angegebenen Nummer im Speicher eingetragen ist |
| CTABISLOCK | INT: Sperrzu- stand | INT: Tabellen- nummer | | | | | | Gibt den Sperrzustand der Kurventabelle zu- rück |
| CTABEXISTS | INT: Sperrzu- stand | INT: Tabellen- nummer | | | | | | Prüft, ob die Kurventa- belle im statischen oder dynamischen NC- Speicher vorhanden ist |
| CTABMEMTYP | INT: Speicher- ort | INT: Tabellen- nummer | | | | | | Gibt den Speicherort der Kurventabelle zu- rück |
| CTABPERIOD | INT: Periodizi- tät | INT: Tabellen- nummer | | | | | | Ermittelt die Periodizi- tät der Kurventabelle |
| CTABNO | INT: Anzahl der Ta- bellen | | | | | | | Gesamtanzahl der de- finierten Kurventabel- len bestimmen (im sta- tischen und dynami- schen NC-Speicher) |
| CTABNOMEM | INT: Anzahl der Ta- bellen | STRING: Speicher- ort: "SRAM", "DRAM" | | | | | | Anzahl der definierten Kurvtabellen im an- gegebenen Speicher bestimmen |

| Kurventabellen-Funktionen | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|--|---|----|----|----|----|---|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| CTABFNO | INT: Anzahl der Tabellen | STRING: Speicherort: "SRAM", "DRAM" | | | | | | Anzahl der noch möglichen Kurventabellen im angegebenen Speicher bestimmen |
| CTABSEG | INT: Anzahl der Kurvensegmente | STRING: Speicherort: "SRAM", "DRAM" | STRING: Segmentart: "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 Kurvensegmente | INT: Tabellennummer | STRING: Segmentart: "L": Linear "P": Polynom | | | | | Anzahl der Kurvensegmente der angegebenen Segmentart bestimmen, die von der Kurventabelle verwendet werden |
| CTABFSEG | INT: Anzahl der Kurvensegmente | STRING: Speicherort: "SRAM", "DRAM" | STRING: Segmentart: "L": Linear "P": Polynom | | | | | Anzahl der noch möglichen Kurvensegmente der angegebenen Segmentart im angegebenen Speicher bestimmen |
| CTABMSEG | INT: Anzahl der Kurvensegmente | STRING: Speicherort: "SRAM", "DRAM" | STRING: Segmentart: "L": Linear "P": Polynom | | | | | Anzahl der maximal möglichen Kurvensegmente der angegebenen Segmentart im angegebenen Speicher bestimmen |
| CTABPOL | INT: Anzahl der Kurvenpolynome | STRING: Speicherort: "SRAM", "DRAM" | | | | | | Anzahl der verwendeten Kurvenpolynome im angegebenen Speicher bestimmen |
| CTABPOLID | INT: Anzahl der Kurvenpolynome | INT: Tabellennummer | | | | | | Anzahl der Kurvenpolynome bestimmen, die von der Kurventabelle verwendet werden |

| Kurventabellen-Funktionen | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|--|---|---|---|--|----|--|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| CTABFPOL | INT: Anzahl der Kurvenpolynome | STRING: Speicherort: "SRAM", "DRAM" | | | | | | Anzahl der maximal möglichen Kurvenpolynome im angegebenen Speicher bestimmen |
| CTABMPOL | INT: Anzahl der Kurvenpolynome | STRING: Speicherort: "SRAM", "DRAM" | | | | | | Anzahl der maximal möglichen Kurvenpolynome im angegebenen Speicher bestimmen |
| CTABSSV | REAL: Folgeachspo- sition | REAL: Leitachs- position | INT: Tabellen- nummer | VAR RE- AL[]: Ergebnis Steigung | AXIS: Folge- achse für Skalie- rung | AXIS: Leitach- se für Skalie- rung | | Folgeachswert am Anfang des zum angegebenen Leitachswert gehörenden Kurvensegments ermitteln |
| CTABSEV | REAL: Folge- achspo- sition | REAL: Leitachs- position | INT: Tabellen- nummer | VAR RE- AL[]: Ergebnis Steigung | AXIS: Folge- achse für Skalie- rung | AXIS: Leitach- se für Skalie- rung | | Folgeachswert am Ende des zum angegebenen Leitachswert gehörenden Kurvensegments ermitteln |
| CTABTSV | REAL: Folge- achspo- sition | INT: Tabellen- nummer | VAR RE- AL[]: Ergebnis Steigung Start der Tabelle | AXIS: Folge- achse | | | | Folgeachswert am Anfang der Kurventabelle ermitteln |
| CTABTEV | REAL: Folge- achspo- sition | INT: Tabellen- nummer | VAR RE- AL[]: Ergebnis Steigung Ende der Tabelle | AXIS: Folge- achse | | | | Folgeachswert am Ende der Kurventabelle ermitteln |
| CTABTSP | REAL: Leitachs- position | INT: Tabellen- nummer | VAR RE- AL[]: Ergebnis Steigung Start der Tabelle | AXIS: Leitachse | | | | Leitachswert am Anfang der Kurventabelle ermitteln |
| CTABTEP | REAL: Leitachs- position | INT: Tabellen- nummer | VAR RE- AL[]: Ergebnis Steigung Ende der Tabelle | AXIS: Leitachse | | | | Leitachswert am Ende der Kurventabelle ermitteln |

| Kurventabellen-Funktionen | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|------------------------|--|---|---------------------|--------------------|----|---|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| CTABTMIN | REAL: minimaler Folgeachswert | INT: Tabellennummer | REAL: Leitwertintervall untere Grenze | REAL: Leitwertintervall obere Grenze | AXIS: Folgeachse | AXIS: Leitachse | | Minimalwert der Folgeachse im gesamten Definitionsbereich der Kurventabelle oder in einem definierten Intervall bestimmen |
| CTABTMAX | REAL: maximaler Folgeachswert | INT: Tabellennummer | REAL: Leitwertintervall untere Grenze | REAL: Leitwertintervall obere Grenze | AXIS: Folgeachse | 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 | Rückgabewert | Parameter | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | |
| AXNAME | AXIS: Achsbezeichner | STRING []: Eingangstring | | | | Konvertiert Eingangstring in Achsbezeichner |
| AXSTRING | STRING []: Achsname | AXIS: Achsbezeichner | | | | Konvertiert Achsbezeichner in String |
| ISAXIS | BOOL: Achse vorhanden (TRUE) oder nicht (FALSE) | INT: Nummer der Geometrieachse (1 bis 3) | | | | Prüft, ob die als Parameter angegebene Geometrieachse 1 bis 3 entsprechend Maschinentdatum MD20050 \$MC_AXCONF_GEO-AX_ASSIGN_TAB vorhanden ist |
| SPI | AXIS: Achsbezeichner | INT: Spindelnummer | | | | Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner |
| AXTOSPI | INT: Spindelnummer | AXIS: Achsbezeichner | | | | Konvertiert Achsbezeichner in Spindelnummer |

| Achsfunktionen | | | | | | |
|----------------|---|---------------------------|--|---------------------------------|---------------------------|---|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | |
| MODAXVAL | REAL: Modulowert | AXIS: Achshebezeichner | REAL: Achsheposition | | | Berechnet aus der eingegebenen Achsheposition den Modulorest Ist die angegebene Achshe keine Modulochshe, wird die Achsheposition unverändert zurückgegeben. |
| POSRANGE | BOOL: Sollposition innerhalb des Positionsfensters (TRUE) oder nicht (FALSE) | AXIS: Achshebezeichner | REAL: Referenzposition im Koordinatensystem | REAL: Positionsfensterbreite | INT: Koordinatensystem | Ermittelt, ob sich die Sollposition einer Achshe 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 | |
| GETDNO | INT: D-Nummer | INT: T-Nummer | INT: Schneidenummer | | 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 | |

| Werkzeugverwaltung | | | | | |
|--------------------|----------------|-----------------|--|----|--|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | |
| DELTOOLENV | INT: Status | STRING: Name | | | Löschen einer Werkzeugumgebung mit angegebenem Namen im statischen NC-Speicher Löscht alle Werkzeugumgebungen, wenn kein Name angegeben ist. |
| GETTENV | INT: Status | STRING: Name | INT: Nummer [0] Nummer [1] Nummer [2] | | Lesen von: <ul style="list-style-type: none"> • T-Nummer • D-Nummer • 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 |
| 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. |
| 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 | Rückgabewert | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| | | | | | | | | |

| Funktionen für Messzyklen | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|--|---|--|---|--|---|--|-----------------------------|---|---|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | | | | | | | Erläuterung |
| CALCPOSI | INT: Status | REAL[3]: Ausgangsposition im WKS | REAL[3]: inkrementelle Wegvorgabe bezogen auf Ausgangsposition | REAL[5]: Mindestabstände zu den Überwachungsgrenzen | REAL[3]: Rückgabefeld für den mögl. ink. Weg | BOOL: Umrechnung des Maßsystems ja/nein | INT: Art der Grenzüberwachung | Überprüft, ob ausgehend von einem gegebenen Startpunkt die Geometriechsen 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-Längenkomponente : Koordinatensystem | STRING: Name der WZ-Umgebung | INT: interne T-Nr. des Werkzeugs | INT: Schneidenummer (D-Nr.) des Werkzeugs | INT: Nummer der ortsabhängigen Korrektur (DL-Nr. des WZs)) | Werkzeuflängen und Werkzeuflängenkomponenten aus WZ-Umgebung bzw. aktueller Umgebung lesen | | | |
| LENTOAX | INT: Status | 1. INT[3]: Achszuordnung der Geoachsen | 2. REAL[3]: Matrix zur Abbildung der WZ-Längen im Koordinatensystem | 3. STRING: Koordinatensystem für die Zuordnung | | | | | | 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. | |
| SETTCOR | INT: Status | 1. REAL [3]: Korrekturvektor im Raum | 2. STR.: Komponentenbezeichner | 3. INT: zu korr. Komponente(n) 0 - 11 | 4. INT: Art der Schreiboperation 0 - 3 | 5. INT: Index der Geoachse | 6. STRING: Name der WZ-Umgebung | 7. INT: int. T-Nr. des WZs | 8. INT: D-Nr. des WZs | 9. INT: DL-Nr. des WZs | Verändert Werkzeugkomponenten unter Berücksichtigung aller Randbedingungen, die in die Bewertung der einzelnen Komponenten eingehen |

| Sonstige Funktionen | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|--|--|---|---|----|---|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| STRINGIS | INT: Info über den String | STRING: Name des zu prüfenden 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: Zahlenwert der physikalischen Einheit | STRING: Name der Variablen | | | | | | Liest die physikalische Einheit einer System- /Anwendervariablen |
| GETVARAP | INT: Schutzstufe 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 Grenzwert ausgelesen werden soll | VAR REAL: Rückgabe des Grenzwerts | | | | Liest den unteren/oberen Grenzwert einer System- /Anwendervariablen |
| GETVARDFT | INT: Status | STRING: Name der Variablen | VAR REAL/ STRING/ FRAME: Rückgabe des Standardwerts | INT: Index auf erste Dimension (optional) | INT: Index auf zweite Dimension (optional) | INT: Index auf dritte Dimension (optional) | | Liest den Standardwert einer System- /Anwendervariablen |

| Sonstige Funktionen | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|--|---|--|----|----|---|
| Bezeichner | Rückgabewert | Parameter | | | | | | Erläuterung |
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | |
| COLLPAIR | INT: Prüfergebnis | STRING: Name des 1. Schutzbereichs | STRING: Name des 2. Schutzbereichs | BOOL: Alarmunterdrückung(optional) | | | | Prüfen auf Zugehörigkeit zu einem Kollisionspaar |
| PROTD | REAL: Abstand der beiden Schutzbereiche | STRING: Name des 1. Schutzbereichs | STRING: Name des 2. Schutzbereichs | VAR REAL: Rückgabewert: 3-dimensionaler Abstandsvektor | BOOL: Maßsystem für Abstand und Abstandsvektor (optional) | | | Berechnet den Abstand der beiden angegebenen Schutzbereiche |
| DELOBJ | INT: Fehlercode | STRING: Typ der zu löschenden Komponente | INT: Start-Index der zu löschenden Komponenten (optional) | INT: Ende-Index der zu löschenden Komponenten (optional) | BOOL: Alarmunterdrückung (optional) | | | Löschen von Elementen von kinematischen Ketten, Schutzbereichen, Schutzbereichselementen, Kollisionspaaren und Transformationsdaten |
| NAMETOINT | INT: Systemvariablenindex | STRING: Name des Systemvariablenfeldes | STRING: Zeichenkette/ Name | BOOL: Alarmunterdrückung (optional) | | | | Ermittelt anhand der Zeichenkette den zugehörigen Systemvariablenindex |

17.8 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 |

| <Wert> | Sprache | Sprachkürzel |
|--------|---------------------------|--------------|
| 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.
-

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 Näherungsschalter |
| 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 |
| CI | Connector Input |
| CF-Card | Compact Flash-Card |
| CNC | Computerized Numerical Control: Computerunterstützte numerische Steuerung |

| C | |
|----------|---|
| 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 Rechereinheit |
| 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 |
| DDS | Drive Data Set: Antriebsdatensatz |
| 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 |
| EES | Execution from External Storage |

| E | |
|----------------------|--|
| 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 |
| ENC | Encoder: Istwertgeber |
| 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) |
| GDIR | Globaler Teileprogrammspeicher |
| GEO | Geometrie, z.B. Geometrieachse |
| GIA | Gear Interpolation Data: Getriebeinterpolationsdaten |
| GND | Signal Ground |
| GP | Grundprogramm (PLC) |
| GS | Getriebestufe |
| GSD | Gerätestamdatei zur Beschreibung eines PROFIBUS Slaves |
| 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 | Hauptspindeltrieb |
| 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_U | 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 |
| MDS | Motor Data Set: Motordatensatz |
| MELDW | Meldungswort |
| MKS | Maschinenkoordinatensystem |
| 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 |

| P | |
|----------|---|
| PCMCIA | Personal Computer Memory Card International Association: Speichersteckkarten-Normierung |
| PCU | PC Unit: PC-Box (Rechneinheit) |
| 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 Gleichstromspeisung |
| POSMO SI | Positioning Motor Servo Integrated: Positioniermotor; Gleichstromspeisung |
| 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 |
| RTL | Rapid Traverse Linear Interpolation: Lineare Interpolation bei Eilgangbewegung |

| R | |
|----------|---|
| 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 |
| 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 |

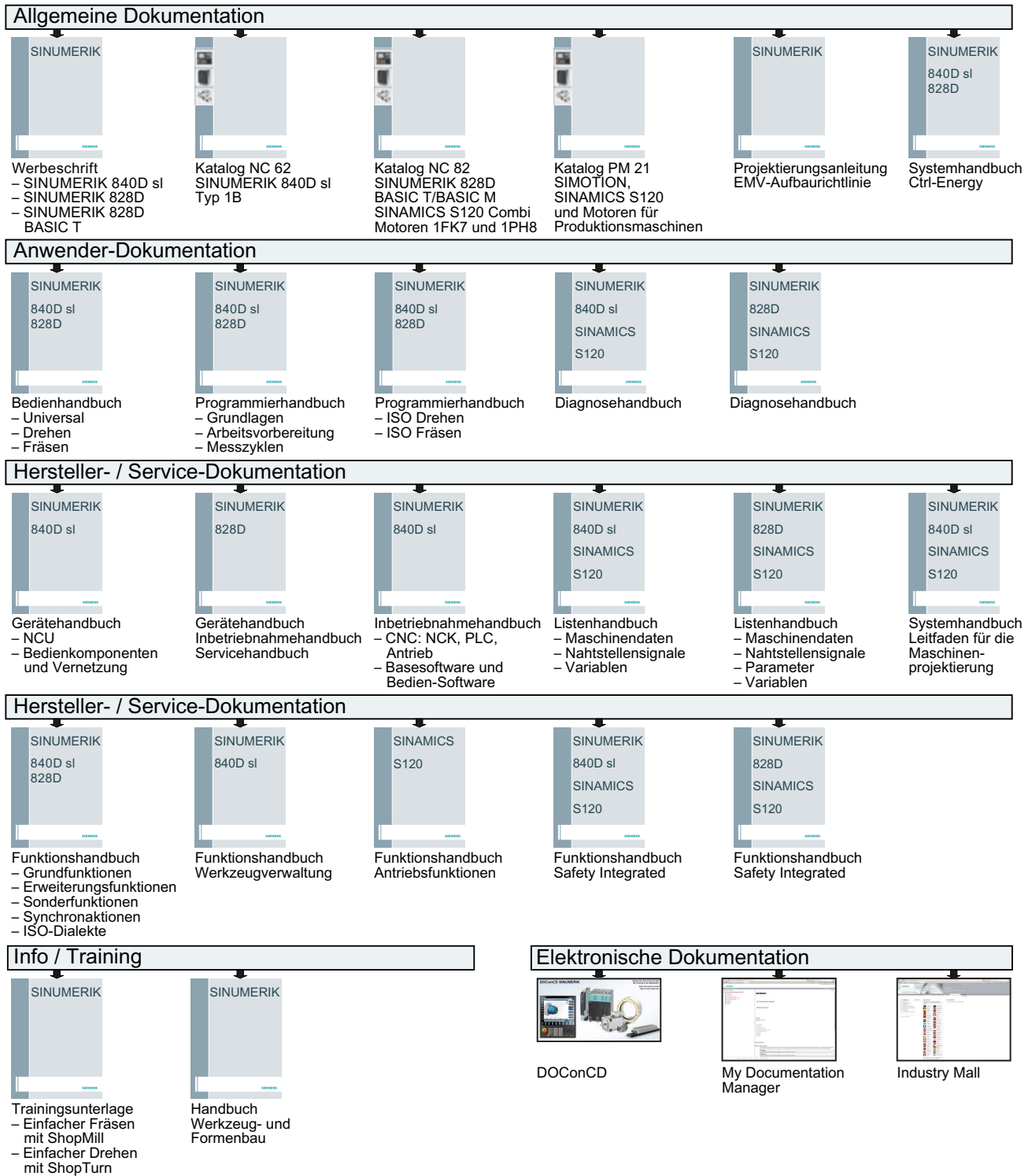
| V | |
|----------|--|
| VDI | Interne Kommunikationsschnittstelle zwischen NCK und PLC |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure |
| VDE | Verband Deutscher Elektrotechniker |
| VI | Voltage Input |
| VO | Voltage Output |
| VSA | Vorschubantrieb |

| 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



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.

Alarmer

Alle → Meldungen und Alarmer werden auf der Bedientafel im Klartext mit Datum und Uhrzeit und dem entsprechenden Symbol für das Löschkriterium angezeigt. Die Anzeige erfolgt getrennt nach Alarmen und Meldungen.

1. Alarmer und Meldungen im Teileprogramm
Alarmer und Meldungen können direkt aus dem Teileprogramm im Klartext zur Anzeige gebracht werden.
2. Alarmer und Meldungen von PLC
Alarmer- und Meldungen der Maschine können aus dem PLC-Programm im Klartext zur Anzeige gebracht werden. Dazu sind keine zusätzlichen Funktionsbaustein-Pakete notwendig.

Antrieb

Der Antrieb ist diejenige Einheit der CNC, welche die Drehzahl- und Momentenregelung aufgrund der Vorgaben der NC ausführt.

Anwenderdefinierte Variable

Anwender können für beliebige Nutzung im → Teileprogramm oder Datenbaustein (globale Anwenderdaten) anwenderdefinierte Variablen vereinbaren. Eine Definition enthält eine Datentypangabe und den Variablennamen. Siehe → Systemvariable.

Anwenderprogramm

Anwenderprogramme für Automatisierungssysteme S7-300 werden mit der Programmiersprache STEP 7 erstellt. Das Anwenderprogramm ist modular aufgebaut und besteht aus einzelnen Bausteinen.

Die grundlegenden Bausteintypen sind:

- Code-Bausteine
Diese Bausteine enthalten die STEP 7-Befehle.
- Datenbausteine
Diese Bausteine enthalten Konstanten und Variablen für das STEP 7-Programm.

Anwenderspeicher

Alle Programme und Daten wie Teileprogramme, Unterprogramme, Kommentare, Werkzeugkorrekturen, Nullpunktverschiebungen/Frames sowie Kanal- und Programmanwenderdaten können in den gemeinsamen CNC-Anwenderspeicher abgelegt werden.

Arbeitsfeldbegrenzung

Mit der Arbeitsfeldbegrenzung kann der Verfahrbereich der Achsen zusätzlich zu den Endschaltern eingeschränkt werden. Je Achse ist ein Wertepaar zur Beschreibung des geschützten Arbeitsraumes möglich.

Arbeitsraum

Dreidimensionaler Raum, in den die Werkzeugspitze aufgrund der Konstruktion der Werkzeugmaschine hineinfahren kann. Siehe → Schutzraum.

Arbeitsspeicher

Der Arbeitsspeicher ist ein RAM-Speicher in der → CPU, auf den der Prozessor während der Programmbearbeitung auf das Anwenderprogramm zugreift.

Archivieren

Auslesen von Dateien und/oder Verzeichnissen auf ein **externes** Speichergerät.

Asynchrones Unterprogramm

Teileprogramm, das asynchron (unabhängig) zum aktuellen Programmzustand durch ein Interruptsignal (z. B. Signal "schneller NC-Eingang") gestartet werden kann.

Automatik

Betriebsart der Steuerung (Satzfolgebetrieb nach DIN): Betriebsart bei NC-Systemen, in der ein → Teileprogramm angewählt und kontinuierlich abgearbeitet wird.

Bahnachse

Bahnachsen sind alle Bearbeitungsachsen des → Kanals, die vom → Interpolator so geführt werden, dass sie gleichzeitig starten, beschleunigen, stoppen und den Endpunkt erreichen.

Bahngeschwindigkeit

Die maximal programmierbare Bahngeschwindigkeit ist abhängig von der Eingabefineinheit. 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

Computerized Numerical Control: umfasst die Komponenten → NCK, → PLC, HMI, → COM.

CNC

Siehe → NC

Computerized Numerical Control: umfasst die Komponenten → NCK, → PLC, HMI, → COM.

COM

Komponente der NC-Steuerung zur Durchführung und Koordination von Kommunikation.

CPU

Central Processing Unit, siehe → Speicherprogrammierbare Steuerung

C-Spline

Der C-Spline ist der bekannteste und am meisten verwendete Spline. Die Übergänge an den Stützpunkten sind tangential- und krümmungstetig. Es werden Polynome 3. Grades verwendet.

Datenbaustein

1. Dateneinheit der → PLC, auf die → HIGHSTEP-Programme zugreifen können.
2. Dateneinheit der → NC: Datenbausteine enthalten Datendefinitionen für globale Anwenderdaten. Die Daten können bei der Definition direkt initialisiert werden.

Datenübertragungsprogramm PCIN

PCIN ist ein Hilfsprogramm zum Senden und Empfangen von CNC-Anwenderdaten über die serielle Schnittstelle, wie z. B. Teileprogramme, Werkzeugkorrekturen etc. Das PCIN-Programm ist unter MS-DOS auf Standard-Industrie-PCs lauffähig.

Datenwort

Zwei Byte große Dateneinheit innerhalb eines → Datenbausteins.

Diagnose

1. Bedienbereich der Steuerung
2. Die Steuerung besitzt sowohl ein Selbstdiagnose-Programm als auch Testhilfen für den Service: Status-, Alarm- und Serviceanzeigen

DRF

Differential Resolver Function: NC-Funktion, die in Verbindung mit einem elektronischen Handrad eine inkrementale Nullpunktverschiebung im Automatik-Betrieb erzeugt.

Editor

Der Editor ermöglicht das Erstellen, Ändern, Ergänzen, Zusammenschieben und Einfügen von Programmen/Texten/Programmsätzen.

Eilgang

Schnellste Verfahrgeschwindigkeit einer Achse. Sie wird z. B. verwendet, wenn das Werkzeug aus einer Ruhestellung an die → Werkstückkontur herangefahren oder von der Werkstückkontur zurückgezogen wird. Die Eilganggeschwindigkeit wird maschinenspezifisch über Maschinendatum eingestellt.

Externe Nullpunktverschiebung

Von der → PLC vorgegebene Nullpunktverschiebung.

Fertigteilkontur

Kontur des fertig bearbeiteten Werkstücks. Siehe → Rohteil.

Festpunkt-Anfahren

Werkzeugmaschinen können feste Punkte wie Werkzeugwechsellpunkt, Beladepunkt, Palettenwechsellpunkt etc. definiert anfahren. Die Koordinaten dieser Punkte sind in der Steuerung hinterlegt. Die Steuerung verfährt die betroffenen Achsen, wenn möglich, im → Eilgang.

Frame

Ein Frame stellt eine Rechenvorschrift dar, die ein kartesisches Koordinatensystem in ein anderes kartesisches Koordinatensystem überführt. Ein Frame enthält die Komponenten → Nullpunktverschiebung, → Rotation, → Skalierung, → Spiegelung.

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 Satzweitschaltung 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 dient zum Schreiben von NC-Programmen, → Synchronaktionen und → Zyklen. Sie bietet: Kontrollstrukturen, → 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

Über interpolatorische Kompensationen wie → Spindelsteigungsfehler-, Durchhang-, Winkligkeits- und Temperaturkompensation werden mechanische Fehler der Maschine kompensiert.

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 verfahrenende Wegstrecke und Richtung bezogen auf einen bereits erreichten Punkt. Siehe → Absolutmaß.

Kompensationsachse

Achse, deren Soll- oder Istwert durch den Kompensationswert modifiziert wird.

Kompensationstabelle

Tabelle von Stützpunkten. Sie liefert für ausgewählte Positionen der Basisachse die Kompensationswerte der Kompensationsachse.

Kompensationswert

Differenz zwischen der durch den Messgeber gemessenen Achsposition und der gewünschten, programmierten Achsposition.

Kontur

Umriss des → Werkstücks

Konturüberwachung

Als Maß für die Konturtreue wird der Schleppfehler innerhalb eines definierbaren Toleranzbandes überwacht. Ein unzulässig hoher Schleppfehler kann sich z. B. durch

Überlastung des Antriebs ergeben. In diesem Fall kommt es zu einem Alarm und die Achsen werden stillgesetzt.

Koordinatensystem

Siehe → Maschinenkoordinatensystem, → Werkstückkoordinatensystem

Korrekturspeicher

Datenbereich in der Steuerung, in dem Werkzeugkorrekturdaten hinterlegt sind.

Kreisinterpolation

Das → Werkzeug soll zwischen festgelegten Punkten der Kontur mit einem gegebenen Vorschub auf einem Kreis fahren und dabei das Werkstück bearbeiten.

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 Verfahrssätzen 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 Komponente der → CNC, die → Teileprogramme abarbeitet und die Bewegungsvorgänge der 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

RETTTOOL: Bei Bearbeitungsunterbrechungen (z. B. bei Werkzeugbruch) kann das Werkzeug per Programmbefehl mit vorgegebener Orientierung um einen definierten Weg zurückgezogen werden.

Override

Manuelle bzw. programmierbare Eingriffsmöglichkeit, die es dem Bediener gestattet, programmierte Vorschübe oder Drehzahlen zu überlagern, um sie einem bestimmten Werkstück oder Werkstoff anzupassen.

Peripheriebaugruppe

Peripheriebaugruppen stellen die Verbindung zwischen CPU und Prozess her.

Peripheriebaugruppen sind:

- → Digital-Ein-/Ausgabebaugruppen
- → Analog-Ein-/Ausgabebaugruppen
- → Simulatorbaugruppen

PLC

Programmable Logic Control: → Speicherprogrammierbare Steuerung. Komponente der → NC: Anpass-Steuerung zur Bearbeitung der Kontroll-Logik der Werkzeugmaschine.

PLC-Programmierung

Die PLC wird mit der Software **STEP 7** programmiert. Die Programmiersoftware STEP 7 basiert auf dem Standardbetriebssystem **WINDOWS** und enthält die Funktionen der STEP 5 - Programmierung mit innovativen Weiterentwicklungen.

PLC-Programmspeicher

SINUMERIK 840D 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 parametrisiert werden. Nach dem Schnellabheben kann zusätzlich eine Interruptroutine ausgeführt werden.

Schnelle digitale Ein-/Ausgänge

Über die digitalen Eingänge können z. B. schnelle CNC-Programmrouinen (Interruptroutinen) gestartet werden. Über die digitalen CNC-Ausgänge können schnelle, programmgesteuerte Schalfunktionen 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 Störfall wird der Bearbeitungsablauf unterbrochen und die Antriebe werden stillgesetzt, die Störungsursache gespeichert und als Alarm angezeigt. Gleichzeitig wird der PLC mitgeteilt, dass ein CNC-Alarm ansteht.

Skalierung

Komponente eines → Frames, die achsspezifische Maßstabsveränderungen bewirkt.

Softkey

Taste, deren Beschriftung durch ein Feld im Bildschirm repräsentiert wird, das sich dynamisch der aktuellen Bediensituation anpasst. Die frei belegbaren Funktionstasten (Softkeys) werden softwaremäßig definierten Funktionen zugeordnet.

Software-Endschalter

Software-Endschalter begrenzen den Verfahrbereich einer Achse und verhindern ein Auffahren des Schlittens auf die Hardware-Endschalter. Je Achse sind 2 Wertepaare vorgebar, die getrennt über die → PLC aktiviert werden können.

Speicherprogrammierbare Steuerung

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) sind elektronische Steuerungen, deren Funktion als Programm im Steuerungsgerät gespeichert ist. Aufbau und Verdrahtung des Gerätes hängen also nicht von der Funktion der Steuerung ab. Die speicherprogrammierbare Steuerung hat die Struktur eines Rechners; sie besteht aus CPU (Zentralbaugruppe) mit Speicher, Ein-/Ausgabebaugruppen und internem Bus-System. Die Peripherie und die Programmiersprache sind auf die Belange der Steuerungstechnik ausgerichtet.

Spiegelung

Bei Spiegelung werden die Vorzeichen der Koordinatenwerte einer Kontur bezüglich einer Achse vertauscht. Es kann bezüglich mehrerer Achsen zugleich gespiegelt werden.

Spindelsteigungsfehler-Kompensation

Ausgleich mechanischer Ungenauigkeiten einer am Vorschub beteiligten Kugelrollspindel durch die Steuerung anhand von hinterlegten Messwerten der Abweichungen.

Spline-Interpolation

Mit der Spline-Interpolation kann die Steuerung aus nur wenigen vorgegebenen Stützpunkten einer Sollkontur einen glatten Kurvenverlauf erzeugen.

Standardzyklen

Für häufig wiederkehrende Bearbeitungsaufgaben stehen Standardzyklen zur Verfügung:

- Für die Technologie Bohren/Fräsen
- Für die Technologie Drehen

Im Bedienbereich "Programm" werden unter dem Menü "Zyklusunterstützung" die zur Verfügung stehenden Zyklen aufgelistet. Nach Anwahl des gewünschten Bearbeitungszyklus werden die notwendigen Parameter für die Wertzuweisung im Klartext angezeigt.

Synchronachsen

Synchronachsen benötigen für ihren Weg die gleiche Zeit wie die Geometrieachsen für ihren Bahnweg.

Synchronaktionen

1. Hilfsfunktionsausgabe
Während der Werkstückbearbeitung können aus dem CNC-Programm heraus technologische Funktionen (→ Hilfsfunktionen) an die PLC ausgegeben werden. Über diese Hilfsfunktionen werden beispielsweise Zusatzeinrichtungen der Werkzeugmaschine gesteuert, wie Pinole, Greifer, Spannfutter etc.
2. Schnelle Hilfsfunktionsausgabe
Für zeitkritische Schaltfunktionen können die Quittierungszeiten für die → Hilfsfunktionen minimiert und unnötige Haltepunkte im Bearbeitungsprozess vermieden werden.

Synchronisation

Anweisungen in → Teileprogrammen zur Koordination der Abläufe in verschiedenen → Kanälen an bestimmten Bearbeitungsstellen.

Systemspeicher

Der Systempeicher ist ein Speicher in der CPU, in der folgende Daten abgelegt werden:

- Daten, die das Betriebssystem benötigt
- Die Operanden Zeiten, Zähler, Merker

Systemvariable

Ohne Zutun des Programmierers eines → Teileprogramms existierende Variable. Sie ist definiert durch einen Datentyp und dem Variablennamen, der durch das Zeichen \$ eingeleitet wird. Siehe → Anwenderdefinierte Variable.

Teileprogramm

Folge von Anweisungen an die NC-Steuerung, die insgesamt die Erzeugung eines bestimmten → Werkstücks bewirken. Ebenso Vornahme einer bestimmten Bearbeitung an einem gegebenen → Rohteil.

Teileprogrammsatz

Teil eines → Teileprogramms, durch Line Feed abgegrenzt. Es werden → Hauptsätze und → Nebensätze unterschieden.

Teileprogrammverwaltung

Die Teileprogrammverwaltung kann nach → Werkstücken organisiert werden. Die Größe des Anwenderspeichers bestimmt die Anzahl der zu verwaltenden Programme und Daten. Jede Datei (Programme und Daten) kann mit einem Namen von maximal 24 alphanumerischen Zeichen versehen werden.

Text-Editor

Siehe → Editor

TOA-Bereich

Der TOA-Bereich umfasst alle Werkzeug- und Magazindaten. Standardmäßig fällt der Bereich bzgl. der Reichweite der Daten mit dem Bereich → Kanal zusammen. Über Maschinendaten kann jedoch festgelegt werden, dass sich mehrere Kanäle eine → TOA-Einheit teilen, so dass diesen Kanälen dann gemeinsame WZV-Daten zur Verfügung stehen.

TOA-Einheit

Jeder → TOA-Bereich kann mehrere TOA-Einheiten enthalten. Die Anzahl der möglichen TOA-Einheiten wird über die maximale Anzahl aktiver → Kanäle begrenzt. Eine TOA-Einheit umfasst genau einen WZ-Daten-Baustein und einen Magazindaten-Baustein. Zusätzlich kann noch ein WZ-Trägerdaten-Baustein enthalten sein (optional).

Transformation

Additive oder absolute Nullpunktverschiebung einer Achse.

Unterprogramm

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, 121
\$AA_FGREF, 106
\$AA_FGROUP, 106
\$AC_F_TYPE, 137
\$AC_FGROUP_MASK, 106
\$AC_FZ, 137
\$AC_S_TYPE, 90
\$AC_SVC, 90
\$AC_TOFF, 79
\$AC_TOFFL, 79
\$AC_TOFFR, 79
\$AN_LANGUAGE_ON_HMI, 510
\$P_AEP, 277
\$P_APDV, 277
\$P_APR, 277
\$P_F_TYPE, 137
\$P_FGROUP_MASK, 106
\$P_FZ, 137
\$P_GWPS, 97
\$P_S_TYPE, 90
\$P_SVC, 90
\$P_TOFF, 79
\$P_TOFFL, 79
\$P_TOFFR, 79
\$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM, 354
\$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS, 354
\$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS, 354
\$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE, 354
\$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE, 354
\$PA_FGREF, 106
\$PA_FGROUP, 106
\$TC_TP_MAX_VELO, 86

A

Absolutmaß, 18
AC, 145
ACC, 120
Achs
 -Container, 375
 -typen, 369
Achsen
 Bahn-, 372
 Geometrie-, 369
 Haupt-, 369

Kanal-, 372
Kommando-, 374
Lead-Linkachse, 376
Link-, 374
Maschinen-, 371
PLC-, 374
Positionier-, 372
Synchron-, 373
Zusatz-, 371
ACN, 152
ACP, 152
ADIS, 293
ADISPOS, 293
Adressbuchstaben, 444
Adresse
 Wertzuweisung, 38
Adressen, 379
ALF
 für Schnellrückzug während
 Gewindeschneiden, 226
AMIRROR, 327
Anfahrpunkt/-winkel, 259
ANG, 206
ANG1, 206
ANG2, 206
Anschlagpunkt, 22
Anweisung, 34
AP, 170
AR
 Kreisprogrammierung, 189
Arbeitsebene, 21
Arbeitsfeldbegrenzung
 im BKS, 350
AROT, 314
AROTS, 321
ASCALE, 324
ATRANS, 308
Ausblendebenen, 40
Axiale Nullpunktverschiebung, 312

B

Bahnachsen, 372
Bahnsteuerbetrieb, 293
Ballige Gewinde, 229
Basis-Koordinatensystem, 27
Basis-Nullpunktsystem, 30
Basisverschiebung, 30
Befehl, 34

Bezeichner, 33
Bezugspunkte, 22
Bezugsradius, 105
Binär-Konstante, 384
BKS, 27
BNS, 30
Bohrer, 67

C

CALCPOSI, 353
CDOF, 280
CDOF2, 280
CDON, 280
CFC, 125
CFIN, 125
CFTCP, 125
CHF, 240
CHR, 240
CIP, 193
CORROF, 336
CR, 187
CROTS, 321
CT, 195
CUT2D, 284
CUT2DF, 284
CUTCONOF, 286
CUTCONON, 286

D

D..., 72
D0, 72
DAC, 158
DC, 152
Dezimal-Konstante, 383
DIACYCOFA, 158
DIAM90, 156
DIAM90A, 158
DIAMCHAN, 158
DIAMCHANA, 158
DIAMCYCOF, 156
DIAMOF, 156
DIAMOFA, 158
DIAMON, 156
DIAMONA, 158
DIC, 158
DILF, 226
DIN 66217, 25
DISC, 263
DISCL, 266

DISR, 266
DISRP, 266
DITE, 222
DITS, 222
Drehsinn, 26
Drehung
 Programmierbare, 314
Drehwerkzeuge, 69
Drei-Finger-Regel, 25
DRFOF, 336
Durchmesser-Programmierung, 156

E

Eilgangbewegung, 174
ENS, 31
Erweiterte Adressschreibweise, 380
Evolvente, 201

F

F...
 bei Geradeninterpolation, 178
 bei Gewindeschneiden G34 G35, 224
 bei Vorschub, 99
FA, 116
FAD, 266
Fahrbefehl, 165
Fase, 240
FB, 131
FD, 122
FDA, 122
Festanschlag, 361
Festpunkt
 anfahren, 356
FGREF, 99
FGROUP, 99
FL, 99
Flaschenhals
 -erkennung, 282
FMA, 128
FP, 356
FPR, 116
FPRAOF, 116
FPRAON, 116
Frame
 abwählen, 335
 -Anweisungen, 305
 -Skalierung, 324
 -Spiegelung, 327
Frames, 303

Fräswerkzeuge, 65
 FRC, 240
 FRCM, 240
 Funktion
 vordefinierte, 498

G

G0, 174
 G1, 178
 G110, 168
 G111, 168
 G112, 168
 G140, 266
 G141, 266
 G142, 266
 G143, 266
 G147, 266
 G148, 266
 G153
 bei Frame abwählen, 335
 bei Nullpunktverschiebung, 139
 G17, 142
 G18, 142
 G19, 142
 G2, 180
 G247, 266
 G248, 266
 G25
 Arbeitsfeldbegrenzung, 350
 Spindeldrehzahlbegrenzung, 97
 G26
 Arbeitsfeldbegrenzung, 350
 Spindeldrehzahlbegrenzung, 97
 G3, 180
 G33, 215
 G331, 235
 G332, 235
 G335, 229
 G336, 229
 G34, 224
 G340, 266
 G341, 266
 G347, 266
 G348, 266
 G35, 224
 G4, 365
 G40, 247
 G41, 247
 G42, 247
 G450, 263
 G451, 263
 G460, 277
 G461, 277
 G462, 277
 G500
 bei Nullpunktverschiebung, 139
 G505 ... G599, 139
 G53
 bei Frame abwählen, 335
 bei Nullpunktverschiebung, 139
 G54 ... G57, 139
 G58, 312
 G59, 312
 G60, 291
 G601, 291
 G602, 291
 G603, 291
 G63, 239
 G64, 293
 G641, 293
 G642, 293
 G643, 293
 G644, 293
 G645, 293
 G70, 154
 G700, 154
 G71, 154
 G710, 154
 G74, 356
 G75, 356
 G9, 291
 G90, 145
 G91, 147
 G93, 99
 G94, 99
 G95, 99
 G96, 90
 G961, 90
 G962, 90
 G97, 90
 G971, 90
 G972, 90
 G973, 90
 G-Befehlen
 Gruppenübersicht, 455
 Genauhalt, 291
 Geometrie
 -achsen, 369
 Geraden
 -interpolation, 178
 Gewinde
 -drehrichtung, 217
 -kette, 216

- mehrgängig, 216
- schneiden G33, 215
- schneiden G34 G35, 224
- steigung, 224
- Gewindebohren
 - mit Ausgleichsfutter, 239
 - ohne Ausgleichsfutter, 235
- GWPSOF, 95
- GWPSON, 95

H

- Halt
 - am Zyklusende, 344
 - Programmierter, 344
 - Wahlweiser, 344
- Handrad
 - überlagerung, 122
- Haupteintrag, 162
- Helixinterpolation, 199
- Hexadezimal-Konstante, 384
- Hilfsfunktionsausgabe
 - im Bahnsteuerbetrieb, 342
 - Schnelle, 341
- Hilfsfunktionsausgaben, 339

I

- I...
 - bei Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, 235
 - bei Gewindeschneiden G33, 215
 - bei Gewindeschneiden G34 G35, 224
 - bei Kreisinterpolation, 180
- IC, 147
- Inch-Maßangaben, 154
- Inkrementalmaß, 20
- INTEGER-Konstante, 383
- Interner Vorlaufstopp, 367
- Interpolation
 - Lineare, 176
 - Nicht-Lineare, 176
- INVCCW, 201
- INVCW, 201
- IR, 229

J

- J...
 - bei Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, 235
 - bei Gewindeschneiden G34 G35, 224
 - bei Kreisinterpolation, 180

JR, 229

K

- K...
 - bei Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, 235
 - bei Gewindeschneiden G33, 215
 - bei Gewindeschneiden G34 G35, 224
 - bei Kreisinterpolation, 180
- Kanal
 - achsen, 372
- Kartesische Koordinaten, 16
- Kegelgewinde, 221
- Kennung
 - für spezielle Zahlenwerte, 45
 - für systemeigene Variablen, 45
 - für Zeichenkette, 45
- Kettenmaß, 20
- Kettenmaßangabe, 147
- Klemmmoment
 - Festanschlag, 363
- Kollisionsüberwachung, 280
- Kommando
 - achsen, 374
- Kommentare, 38
- Konstante, 383
- KONT, 256
- KONTC, 256
- KONTT, 256
- Kontur
 - anfahren/verlassen, 256
 - element, 165
 - rechner, 207
- Konturrecke
 - anfassen, 240
 - verrunden, 240
- Konturzug-Programmierung, 206
- Koordinaten
 - Kartesische, 16
 - Polar-, 17
 - Zylinder-, 171
- Koordinatensystem
 - Basis-, 27
 - Übersicht, 24
 - Werkstück-, 32
- Koordinatentransformationen (Frames), 31
- Korrektur
 - ebene, 286
 - Werkzeuglängen-, 61
 - Werkzeugradius-, 62
- KR, 229

- Kreisinterpolation
 Schraubenlinieninterpolation, 199
- Kreisprogrammierung
 Interpolationsarten, 180
 mit Mittel- und Endpunkt, 184
 mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt, 189
 mit Polarkoordinaten, 191
 mit Radius und Endpunkt, 187
 mit Zwischen- und Endpunkt, 193
- L**
- LF, 37
LFOF, 226
LFON, 226
LFPOS, 226
LFTXT, 226
LFWP, 226
LIMS, 90
LINE FEED, 37
Link
 -Achsen, 374
 Lead-Link-Achse, 376
Linksgewinde, 217
Lochstreifenformat, 34
LookAhead, 298
- M**
- M..., 342
M0, 342
M1, 342
M19
 bei Spindeln positionieren, 111
 M-Funktionen, 342
M2, 342
M3, 81
M4, 81
M40, 342
M41, 342
M42, 342
M43, 342
M44, 342
M45, 342
M5, 81
M6, 54, 342
M70, 111
Maschinen
 -achsen, 371
Maschinenkoordinatensystem, 24
- Maßangaben
 für Rundachsen und Spindeln, 152
 im Durchmesser, 156
 im Radius, 156
 in Inch, 154
 in Millimetern, 154
 Möglichkeiten, 145
Maßstabsfaktor, 324
Masterspindel, 371
MD10651, 230
Meldungen, 347
M-Funktionen, 342
Millimeter-Maßangaben, 154
MIRROR, 327
MKS, 24
Modal wirksam, 36
MSG, 347
- N**
- NC-Hochsprache, 35
NC-Programm
 erstellen, 43
NC-Programmierung
 Zeichenvorrat, 44
NORM, 256
Nullframe, 139
Nullpunkt
 Maschinen-, 22
 -verschiebung, 308
 Werkstück-, 22
Nullpunkte
 beim Drehen, 162
Nullpunktsystem
 Basis-, 30
 Einstellbares, 31
Nullpunktverschiebung
 axiale, 312
 einstellbar, 139
 Einstellbare, 31
Numerische Erweiterung, 380
Nutsäge, 71
- O**
- OFFN, 247
Offset
 Werkzeuglängen-, 75
 Werkzeugradius-, 75
OVR, 119
OVRA, 119

OVERRAP, 119

P

PAROT, 332

PAROTOFF, 332

Planachse, 163

Plangewinde, 220

PLC

-Achsen, 374

PM, 266

Pol, 168

Polarkoordinaten, 17

Polarradius, 18

Polarwinkel, 18

POLF

für Schnellrückzug während

Gewindeschneiden, 226

POLFMASK

für Schnellrückzug während

Gewindeschneiden, 226

POLFMLIN

für Schnellrückzug während

Gewindeschneiden, 226

POS, 107

POSA, 107

Positionierachsen, 372

Positionsoffset, 336

POSP, 107

PR, 266

Programm

-ende, 36, 344

-kopf, 45

-name, 33

Programmierter Halt, 344

Prozedur

vordefinierte, 475

Q

QU, 341

R

RAC, 158

Radius

effektiver, 105

Radius-Programmierung, 156

REAL-Konstante, 383

Rechtsgewinde, 217

Referenzpunkt, 23

Referenzpunktfahren, 356

RIC, 158

RND, 240

RNDM, 240

ROT, 314

ROTS, 321

RP, 170

RPL, 314

RTLIOF, 174

RTLION, 174

Rückzug

-richtung beim Gewindeschneiden, 227

Rundung, 240

S

S, 81

Satz, 34

ausblenden, 39

-ende, 37

-ende LF, 45

-länge, 37

-nummer, 37

Reihenfolge der Anweisungen, 37

Satzweise wirksam, 36

SCALE, 324

SCC, 90

Scheiben

-umfangsgeschwindigkeit, 95

Schleifwerkzeuge, 68

Schneiden

-anzahl von Konturwerkzeugen, 284

-bezugspunkt, 288

-lage, 64

-lage relevante, 288

-mittelpunkt, 64

-nummer, 73

-radius, 64

Schnellrückzug

Gewindeschneiden, 226

Schnittgeschwindigkeit (konstante), 90

Schrittgeschwindigkeit, 84

SD42440, 148

SD42442, 148

SD42465, 299

SD43240, 113

SD43250, 113

SETMS, 81

SF, 215

Sonderwerkzeuge, 71

Sonderzeichen, 44, 45

SPCOF, 110

SPCON, 110

Spindel

- betrieb lagegeregelt, 110
- drehrichtung, 81
- drehzahl, 81, 84
- drehzahlbegrenzung, 97
- Haupt-, 371
- M-Funktionen, 344
- Positionieren, 111

SPOS, 111

SPOSA, 111

SR, 128

SRA, 128

ST, 128

STA, 128

Startpunkt, 23

Startpunktversatz

- beim Gewindeschneiden, 216

Startpunkt-Zielpunkt, 165

SUG, 95

SUPA

- bei Frame abwählen, 335
- bei Nullpunktverschiebung, 139

SVC, 84

S-Wert

- Interpretation, 83

Synchron

- achsen, 373

System

- abhängige Verfügbarkeit, 5

T

T0, 53

TOFF, 75

TOFFL, 75

TOFFR, 75

TOFRAME, 332

TOFRAMEX, 332

TOFRAMEY, 332

TOFRAMEZ, 332

TOROT, 332

TOROTOF, 332

TOROTX, 332

TOROTY, 332

TOROTZ, 332

TRANS, 308

TURN, 199

U

Übergangskreis, 283

Übergangsradius, 264

Überschleifen, 293

Überwachung

- Festanschlag, 363

V

Verfügbarkeit

- System-abhängige, 5

Verweilzeit, 365

Vorlaufstopp

- Interner, 367

Vorschub

- für Bahnachsen, 101
- für Positionierachsen, 116
- für Synchronachsen, 103
- geschwindigkeit, 178
- korrektur, 119
- Maßeinheiten, 104
- mit Handradüberlagerung, 122
- Override, 124
- Regeln, 99
- Zeitreziproker, 102

W

WAB, 266

Wahlweiser Halt, 344

WAITMC, 107

WAITP, 107

WAITS, 111

WALCS<n>, 353

WALCS0, 353

WALIMOF, 350

WALIMON, 350

Weg

- berechnung, 378

Werkstück

- kontur, 166

Werkzeug

- gruppe, 65
- Korrekturspeicher, 63
- längenkorrektur, 61
- radiuskorrektur, 62, 247
- schneide, 72
- spitze, 64
- typ, 65

- typennummer, 65
- wechsel mit M6, 54
- wechsel mit T-Befehl, 53
- wechsellpunkt, 23
- Werkzeugdrehzahl
 - maximal, 86
- Werkzeugkorrektur
 - Offset, 75
- Werkzeugradiuskorrektur
 - an Außenecken, 263
 - CUT2D, 285
 - CUT2DF, 285
- Werkzeugträger
 - bezugspunkt, 23
- Wertzuweisung, 38
- WKS, 32
 - am Werkstück ausrichten, 332
- WRTPR, 348

X

X..., 167

Y

Y..., 167

Z

Z..., 167

- Zeichenvorrat, 44
- Zielpunkt, 165
- Zusatzachsen, 371
- Zylindergewinde, 220
- Zylinderkoordinaten, 171