SIEMENS

SINUMERIK
840D sl/840Di sl/840D/840Di/810D

Grundlagen

Programmierhandbuch

Geometrische Grundlagen 1

Grundlagen der NC-Programmierung 2

Wegangaben 3

Wegbefehle programmieren 4

Bahnfahrverhalten 5

Frames 6

Vorschubregelung und Spindelbewegung 7

Werkzeugkorrekturen 8

Zusatzfunktionen 9

Rechenparameter und Programmsprünge 10

Unterprogrammtechnik und Programmteilwiederholung 11

Tabellen 12

Liste der Abkürzungen A

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software	*Version*
NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.3
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

Ausgabe 03/2006
6FC5398-1BP10-1AA0

Sicherheitshinweise

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



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

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

Vorsicht

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

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

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

Qualifiziertes Personal

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

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

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

Marken

Alle Erzeugnisbezeichnungen können Marken oder Erzeugnisnamen der Siemens AG oder anderer, zuliefernder Unternehmen sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

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

Siemens AG
Automation and Drives
Postfach 48 48
90437 NÜRNBERG
DEUTSCHLAND

Dokumentbestell-Nr. 6FC5398-1BP10-1AA0
Ausgabe 03/2006

Copyright © Siemens AG 2006.
Änderungen vorbehalten

Vorwort

SINUMERIK-Dokumentation

Die SINUMERIK-Dokumentation ist in 3 Ebenen gegliedert:

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

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

http://www.siemens.com/motioncontrol

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

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

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

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

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

Zielgruppe

Die vorliegende Druckschrift wendet sich an:

- Programmierer
- Projekteure

Nutzen

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

Standardumfang

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

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

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

Technical Support

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an folgende Hotline:

Zeitzone Europa und Afrika

A&D Technical Support
Tel.: +49 (0) 180 / 5050 - 222
Fax: +49 (0) 180 / 5050 - 223

Internet: http://www.siemens.com/automation/support-request

E-Mail: mailto:adsupport@siemens.com

Zeitzone Asien und Australien

A&D Technical Support
Tel.: +86 1064 719 990
Fax: +86 1064 747 474

Internet: http://www.siemens.com/automation/support-request

E-Mail: mailto:adsupport@siemens.com

Zeitzone Amerika

A&D Technical Support
Tel.: +1 423 262 2522
Fax: +1 423 262 2289

Internet: http://www.siemens.com/automation/support-request

E-Mail: mailto:adsupport@siemens.com

Hinweis

Landesspezifische Telefonnummern für technische Beratung finden Sie im Internet:

http://www.siemens.com/automation/service&support

Fragen zum Handbuch

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

Fax: +49 (0) 9131 / 98 - 63315
E-Mail: mailto:motioncontrol.docu@siemens.com

Faxformular: siehe Rückmeldeblatt am Schluss der Druckschrift

Internetadresse für SINUMERIK

http://www.siemens.com/sinumerik

EG-Konformitätserklärung

Die EG-Konformitätserklärung zur EMV-Richtlinie finden/erhalten Sie

- im Internet:

  http://www.ad.siemens.de/csinfo

  unter der Produkt-/Bestellnummer 15257461
- bei der zuständigen Zweigniederlassung des Geschäftsgebiets A&D MC der Siemens AG

Exportvariante

Folgende Funktionen sind in der Exportvariante nicht enthalten:

Funktion	810DE	840DE sl	840DE	840DiE sl	840DiE
Schraubenlinieninterpolation 2D+6 (Grundausführung, keine Option)	–	–	–	–	–
Bearbeitungspaket Fräsen	–	–	–	–	–
Bearbeitungspaket 5 Achsen	–	–	–	–	–
Transformationspaket Handling	–	–	–	–	–
Mehrachsen-Interpolation (>4 interpolierende Achsen)	–	–	–	–	–
OA-NCK-Compilezyklen	–	–	–	–	–
Abstandsregelung 1D/3D im LR-Takt [1)]	–	–	–	–	–
Synchronaktionen [1)] (Grundausführung, keine Option)	#	#	#	#	#

Funktion	810DE	840DE sl	840DE	840DiE sl	840DiE
Leitwertkopplung und Kurventabellen-Interpolation	#	#	#	#	#
Durchhangskompensation mehrdimensional	#	#	#	#	#
Synchronaktionen Stufe 2 [1)]	–	–	#	–	#
Elektronisches Getriebe [1)]	–	–	#	–	#
Elektronischer Transfer	–	–	#	–	#
	# eingeschränkte Funktionalität – Funktion nicht möglich				

[1)] Die Funktionseinschränkungen für die Export-Varianten SINUMERIK 810DE powerline / SINUMERIK 840DE sl / SINUMERIK 840DE powerline / SINUMERIK 840DiE sl / SINUMERIK 840DiE powerline sind auf "max. 4 interpolierende Achsen" begrenzt.

Beschreibung

Grundlagen

Die Programmieranleitung "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.

Arbeitsvorbereitung

Die Programmieranleitung "Arbeitsvorbereitung" dient dem Technologen mit Kenntnissen über die gesamten Programmiermöglichkeiten. Die SINUMERIK 840D sl/840Di sl/840D/840Di/810D ermöglicht mit einer speziellen Programmiersprache die Programmierung eines komplexen Werkstückprogramms (z. B. Freiformflächen, Kanalkoordinierung,...) und erleichtert dem Technologen eine aufwendige Programmierung.

Die Befehle und Anweisungen, die in dieser Programmieranleitung beschrieben sind, sind technologie-unabhängig.

Verwendet werden können sie z. B. für:

- Drehen, Fräsen und Schleifen
- Zyklische Maschinen (Verpackungs-, Holzbearbeitung)
- Laser-Leistungssteuerungen

Inhaltsverzeichnis

1 Geometrische Grundlagen 1-1

1.1 Beschreibung von Werkstückpunkten 1-1
1.1.1 Werkstück-Koordinatensysteme 1-1
1.1.2 Bestimmen von Werkstück-Positionen 1-2
1.1.3 Polarkoordinaten 1-5
1.1.4 Absolutmaß 1-5
1.1.5 Kettenmaß 1-7
1.1.6 Ebenenbezeichnungen 1-8

1.2 Lage der Nullpunkte 1-10

1.3 Lage der Koordinatensysteme 1-11
1.3.1 Übersicht über die verschiedenen Koordinatensysteme 1-11
1.3.2 Maschinen-Koordinatensystem 1-13
1.3.3 Basis-Koordinatensystem 1-16
1.3.4 Werkstück-Koordinatensystem 1-18
1.3.5 Frame-Konzept 1-19
1.3.6 Zuordnung des Werkstück-Koordinatensystems zu den Maschinenachsen 1-22
1.3.7 Aktuelles Werkstück-Koordinatensystem 1-23

1.4 Achsen 1-24
1.4.1 Hauptachsen/Geometrieachsen 1-25
1.4.2 Zusatzachsen 1-26
1.4.3 Hauptspindel, Masterspindel 1-26
1.4.4 Maschinenachsen 1-27
1.4.5 Kanalachsen 1-27
1.4.6 Bahnachsen 1-27
1.4.7 Positionierachsen 1-28
1.4.8 Sychronachsen 1-29
1.4.9 Kommandoachsen 1-29
1.4.10 PLC-Achsen 1-29
1.4.11 Linkachsen 1-29
1.4.12 Lead-Linkachsen 1-31

1.5 Koordinatensysteme und Werkstückbearbeitung 1-33

2 Grundlagen der NC-Programmierung 2-1

2.1 Aufbau und Inhalte eines NC-Programms 2-1

2.2 Sprachelemente der Programmiersprache 2-2

2.3 Programmierung eines Beispielwerkstücks 2-21

2.4 Erstes Programmierbeispiel Fräsen 2-23

2.5 Zweites Programmierbeispiel Fräsen 2-24

2.6 Programmierbeispiel Drehen 2-26

3 Wegangaben ... 3-1

3.1 Allgemeine Hinweise ... 3-1
3.1.1 Maßangaben programmieren ... 3-1

3.2 Maßangaben absolut/relativ ... 3-3
3.2.1 Absolutmaßeingabe (G90, X=AC) ... 3-3
3.2.2 Kettenmaßeingabe (G91, X=IC) ... 3-6

3.3 Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN) ... 3-10

3.4 Maßangaben inch/metrisch (G70/G700, G71/G710) ... 3-12

3.5 Spezielle Drehfunktionen ... 3-15
3.5.1 Maßangaben für Radius, Durchmesser im Kanal (DIAMON/OF, DIAM90) ... 3-15
3.5.2 Lage des Werkstückes ... 3-20

3.6 Nullpunktverschiebung, Frame (G54 bis G57, G505 bis G599, G53, G500/SUPA) ... 3-21

3.7 Wahl der Arbeitsebene (G17 bis G19) ... 3-26

3.8 Arbeitsfeldbegrenzung (G25/G26, WALIMON, WALIMOF) ... 3-30

3.9 Referenzpunktfahren (G74) ... 3-34

4 Wegbefehle programmieren ... 4-1

4.1 Allgemeine Hinweise ... 4-1

4.2 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten, Polarwinkel, Polarradius ... 4-4
4.2.1 Festlegung des Pols (G110, G111, G112) ... 4-4
4.2.2 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten (G0, G1, G2, G3, AP=..., RP=...) ... 4-6

4.3 Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF) ... 4-10

4.4 Geradeninterpolation (G1) ... 4-14

4.5 Kreisinterpolationsarten (G2/G3, CIP, CT) ... 4-16

4.6 Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, I=, J=, K=AC...) ... 4-20

4.7 Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, CR) ... 4-24

4.8 Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, AR=) ... 4-26

4.9 Kreisinterpolation mit Polarkoordinaten (G2/G3, AP=, RP=) ... 4-29

4.10 Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP) ... 4-30

4.11 Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT) ... 4-33

4.12 Schraubenlinen-Interpolation (G2/G3, TURN=) ... 4-37

4.13 Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW) ... 4-40

4.14 Konturzüge ... 4-44
4.14.1 Gerade mit Winkel (X2... ANG...) ... 4-44
4.14.2 Zwei Geraden (ANG1, X3... Z3... ANG2) ... 4-45
4.14.3 Drei Geraden (ANG1, X3... Z3... ANG2, X4... Z4...) ... 4-46
4.14.4 Endpunktprogrammierung mit Winkel ... 4-47

4.15 Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33) ... 4-48
4.15.1 Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE) ... 4-55

4.16 Linear progressive/degressive Gewindesteigungsänderung (G34, G35) ... 4-57

4.17 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332) ... 4-58

4.18 Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (G63) ... 4-62

4.19 Stop bei Gewindeschneiden (LFOF, LFON, LFTXT, LFWP, LFPOS) ... 4-64
4.19.1 Rückzug für Gewindeschneiden (LFON, LFOF, LIFTFAST, DILF, ALF) ... 4-64
4.19.2 Abheben beim Rückzug (LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK; POLFMLIN) ... 4-66
4.20 Festpunkt anfahren (G75) ... 4-69
4.21 Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW) ... 4-70
4.22 Fase, Rundung (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) ... 4-74

5 Bahnfahrverhalten ... 5-1

5.1 Allgemeine Hinweise ... 5-1
5.1.1 Bahnfahrverhalten programmieren ... 5-1
5.2 Genauhalt (G60, G9, G601, G602, G603) ... 5-4
5.3 Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644) ... 5-7
5.4 Beschleunigungsverhalten ... 5-17
5.4.1 Beschleunigungsmodi (BRISK, SOFT, DRIVE) ... 5-17
5.4.2 Beeinflussung der Beschleunigung bei Folgeachsen (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA) ... 5-19
5.4.3 Technologie G-Gruppe (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH) 5-21
5.5 Glättung der Bahngeschwindigkeit ... 5-22
5.6 Fahren mit Vorsteuerung (FFWON, FFWOF) ... 5-24
5.7 Konturgenauigkeit (CPRECON, CPRECOF) ... 5-25
5.8 Verweilzeit, Verzögerung (G4, WRTPR)) ... 5-26
5.9 Interner Vorlaufstopp ... 5-28

6 Frames ... 6-1

6.1 Allgemeines ... 6-1
6.2 Frame-Anweisungen ... 6-3
6.3 Programmierbare Nullpunktverschiebung ... 6-6
6.3.1 Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS) ... 6-6
6.3.2 Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59) ... 6-11
6.4 Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL) ... 6-13
6.5 Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (ROTS, AROTS, CROTS) ... 6-24
6.6 Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE) ... 6-26
6.7 Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR) ... 6-29
6.8 Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung (TOFRAME, TOROT, PAROT) ... 6-34
6.9 Frame abwählen (G53, G153, SUPA, G500) ... 6-38
6.10 Fräsbearbeitung an Drehteilen (TRANSMIT) ... 6-39
6.11 Zylindermanteltransformation (TRACYL) ... 6-40
6.12 Transformation abwählen (TRAFOOF) ... 6-42
6.13 DRF-(Handrad)Verschiebungen, überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF) . 6-42

7 Vorschubregelung und Spindelbewegung ... 7-1

7.1 Vorschub (G93, G94, G95 oder F..., FGROUP, FL, FGREF) ... 7-1
7.2 Positionierachsen verfahren (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) ... 7-9
7.3 Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF) ... 7-11

7.4 Spindeln positionieren (lagegeregelter Achsbetrieb) (SPOS, M19 und SPOSA, WAITS) 7-13
7.5 Vorschub für Positionierachsen/Spindeln (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) 7-20
7.6 Prozentuale Vorschubkorrektur (OVR, OVRA) 7-23
7.7 Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA) 7-24
7.8 Prozentuale Beschleunigungskorrektur (ACC Option) 7-28
7.9 Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN) 7-30
7.10 Spindeldrehzahl (S), Spindeldrehrichtung (M3, M4, M5) 7-32
7.11 Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96, G961, G962, G97, G971, LIMS, SCC[AX]) 7-36
7.12 Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF) 7-41
7.13 Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26) 7-43
7.14 Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F.., ST=.., SR=.., FMA.., STA=.., SRA=..) 7-44
7.15 Satzweiser Vorschub (FB...) 7-46

8 Werkzeugkorrekturen 8-1

8.1 Allgemeine Hinweise 8-1
8.1.1 Werkzeugkorrekturen 8-1
8.1.2 Werkzeugkorrekturen im Korrekturspeicher der Steuerung 8-2
8.2 Liste der Werkzeugtypen 8-6
8.3 Werkzeuganwahl/Werkzeugaufruf T 8-12
8.3.1 Werkzeugwechsel mit T-Befehlen (Drehen) 8-12
8.3.2 Werkzeugwechsel mit M06 (Fräsen) 8-13
8.4 Werkzeugkorrektur D 8-15
8.5 Werkzeuganwahl T mit Werkzeugverwaltung 8-17
8.5.1 Drehmaschine mit Revolvermagazin (T-Anwahl) 8-19
8.5.2 Fräsmaschine mit Kettenmagazin (T-Anwahl) 8-19
8.6 Werkzeugkorrekturaufruf D mit Werkzeugverwaltung 8-21
8.6.1 Drehmaschine mit Revolvermagazin (D-Aufruf) 8-21
8.6.2 Fräsmaschine mit Kettenmagazin (D-Aufruf) 8-22
8.7 Aktive Werkzeugkorrektur sofort wirksam setzen 8-23
8.8 Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42) 8-23
8.9 Kontur anfahren und verlassen (NORM, KONT, KONTC, KONTT) 8-33
8.10 Korrektur an den Außenecken (G450, G451) 8-40
8.11 Weiches An- und Abfahren 8-44
8.11.1 An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341) 8-44
8.11.2 An- und Abfahren mit erweiterten Abfahrstrategien (G460, G461, G462) 8-56
8.12 Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2) 8-59
8.13 2 ½ D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF) 8-63
8.14 Werkzeuglängenkorrektur für orientierbare Werkzeugträger (TCARR, TCOABS, TCOFR) 8-66
8.15 Schleifenspezifische Werkzeugüberwachung im Teileprogrammen (TMON, TMOF) 8-69
8.16 Additive Korrekturen 8-70
8.16.1 Korrekturen anwählen (über DL-Nummern) 8-71
8.16.2 Verschleiß- und Einrichtewerte festlegen ($TC_SCPxy[t,d], $TC_ECPxy[t,d]) 8-72
8.16.3 Additive Korrekturen löschen (DELDL) 8-73

8.17 Werkzeugkorrektur - Sonderbehandlung ... 8-73
8.17.1 Werkzeuglängen spiegeln ... 8-75
8.17.2 Vorzeichenbewertung Verschleiß ... 8-76
8.17.3 Koordinatensystem der aktiven Bearbeitung (TOWSTD/TOWMCS/TOWWCS/TOWBCS/TOWTCS/TOWKCS) ... 8-77
8.17.4 Werkzeuglänge und Ebenenwechsel ... 8-80
8.18 Werkzeuge mit relevanter Schneidenlänge ... 8-81

9 Zusatzfunktionen ... 9-1

9.1 Hilfsfunktionsausgaben ... 9-1
9.1.1 M-Funktionen ... 9-5
9.1.2 H-Funktionen ... 9-7

10 Rechenparameter und Programmsprünge ... 10-1

10.1 Rechenparameter (R) ... 10-1
10.2 Unbedingte Programmsprünge ... 10-3
10.3 Bedingte Programmsprünge (IF, GOTOB, GOTOF, GOTO, GOTOC) ... 10-5

11 Unterprogrammtechnik und Programmteilwiederholung ... 11-1

11.1 Einsatz von Unterprogrammen ... 11-1
11.2 Aufruf des Unterprogramms ... 11-5
11.3 Unterprogramm mit Programmwiederholung ... 11-7
11.4 Programmteilwiederholung ... 11-8

12 Tabellen ... 12-1

12.1 Liste der Anweisungen ... 12-1
12.2 Liste der Adressen ... 12-23
12.3 Liste der G-Funktionen/Wegbedingungen ... 12-32
12.4 Liste der vordefinierten Unterprogramme ... 12-47
12.4.1 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe ... 12-47
12.4.2 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe in Bewegungssychronaktionen ... 12-61
12.4.3 Vordefinierte Funktionen ... 12-62
12.4.4 Datentypen ... 12-67

A Liste der Abkürzungen ... A-1

Glossar ... Glossar-1

Index ... Index-1

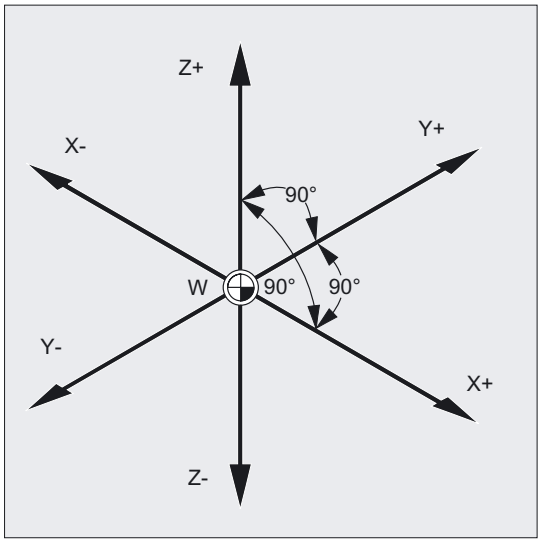
1 Geometrische Grundlagen

1.1 Beschreibung von Werkstückpunkten

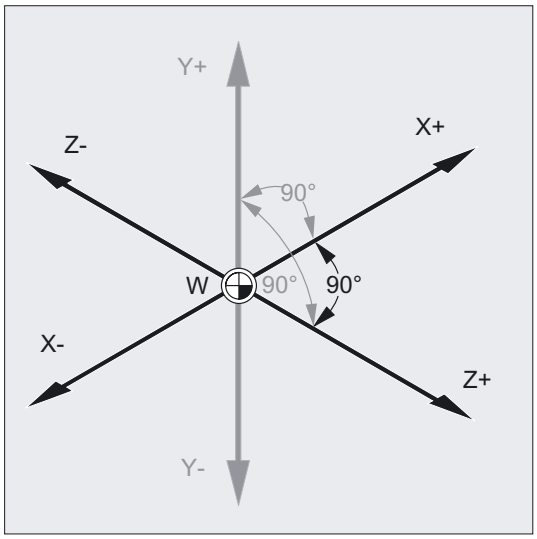
1.1.1 Werkstück-Koordinatensysteme

Damit die Maschine bzw. Steuerung mit den angegebenen Positionen arbeiten kann, müssen diese Angaben in einem Bezugssystem gemacht werden, die den Bewegungsrichtungen der Achsschlitten entspricht. Dazu benutzt man ein Koordinatensystem mit den Achsen X, Y und Z.

Fräsen:



Drehen:



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

Der Werkstück-Nullpunkt (W) ist der Ursprung des Werkstück-Koordinatensystems. Manchmal ist es sinnvoll oder sogar notwendig, mit negativen Positionsangaben zu arbeiten. Deshalb erhalten die Positionen, die sich jeweils links vom Nullpunkt befinden, ein negatives Vorzeichen (–).

1.1.2 Bestimmen von Werkstück-Positionen

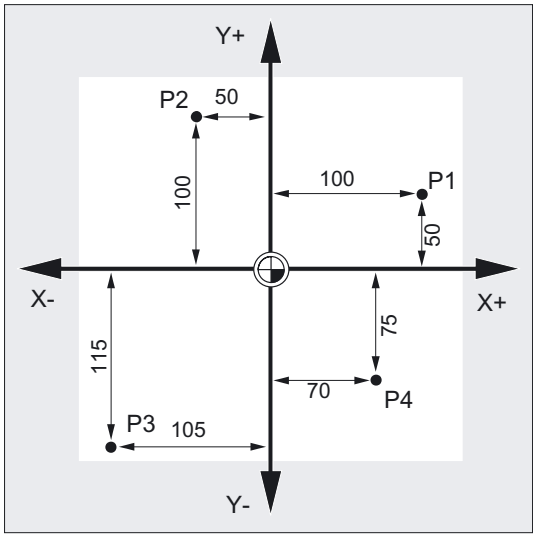
An die Koordinatenachsen müssen Sie (gedanklich) einen Maßstab anlegen. Somit können Sie jeden Punkt im Koordinatensystem durch die Richtung (X, Y und Z) und drei Zahlenwerte eindeutig beschreiben. Der Werkstück-Nullpunkt hat immer die Koordinaten X0, Y0 und Z0.

Bei **Fräsbearbeitungen** muss auch die Zustelltiefe beschrieben werden.

Bei **Drehmaschinen** genügt eine Ebene, um die Kontur zu beschreiben.

Werkstück-Positionen im Arbeitsraum

Der Einfachheit halber betrachten wir bei diesem Beispiel nur eine Ebene des Koordinatensystems, die X/Y-Ebene. Die Punkte P1 bis P4 besitzen dann folgende Koordinaten:

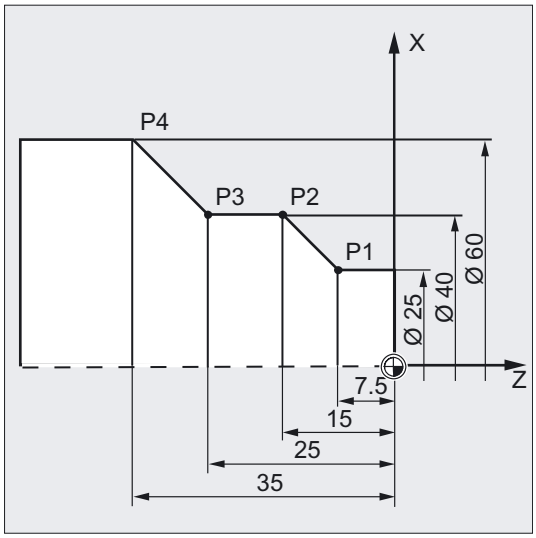


P1 entspricht X100 Y50

P2 entspricht X-50 Y100

P3 entspricht X-105 Y-115

P4 entspricht X70 Y-75



Die Werkstück-Positionen sind bei Drehen nur in einer Ebene erforderlich.

Die Punkte P1 bis P4 werden durch folgende Koordinaten bestimmt:

P1 entspricht X25 Z-7.5

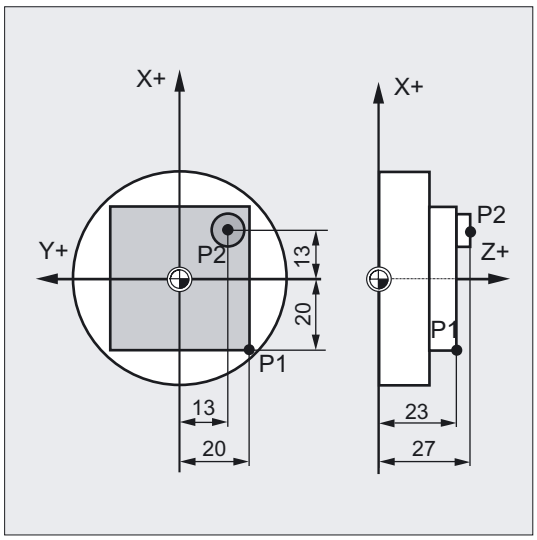
P2 entspricht X40 Z-15

P3 entspricht X40 Z-25

P4 entspricht X60 Z-35

Beispiel Positionen Drehen

Die Punkte P1 und P2 werden durch folgende Koordinaten bestimmt:

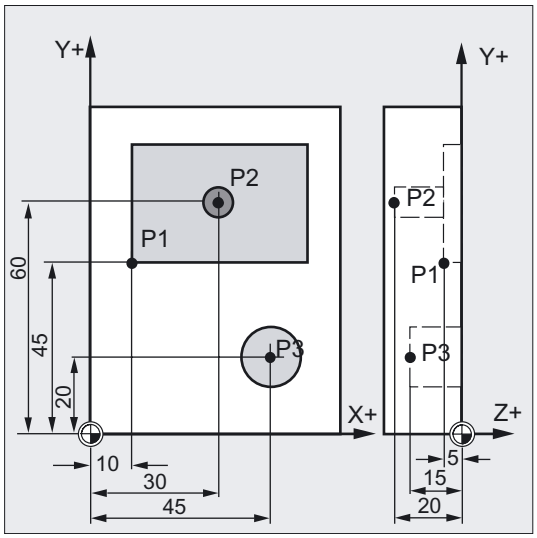


P1 entspricht X-20 Y-20 Z23

P2 entspricht X13 Y-13 Z27

Beispiel Positionen Fräsen

Zur Angabe der Zustelltiefe müssen wir auch der dritten Koordinate (in diesem Fall Z) einen Zahlenwert zuordnen.



Die Punkte P1 bis P3 werden durch folgende Koordinaten bestimmt:

P1 entspricht X10 Y45 Z-5

P2 entspricht X30 Y60 Z-20

P3 entspricht X45 Y20 Z-15

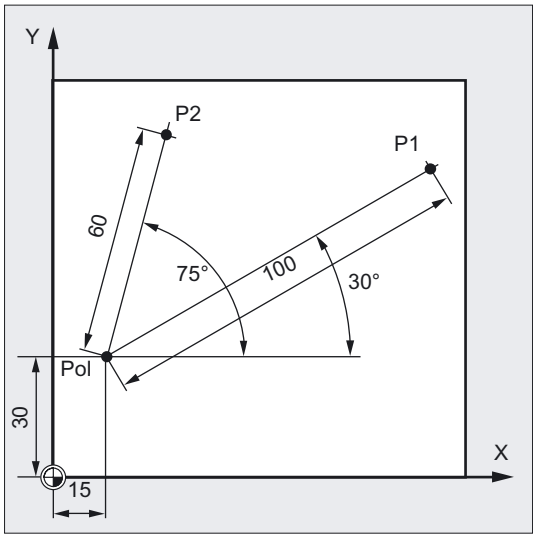
1.1.3 Polarkoordinaten

Die bisher beschriebene Art, Punkte im Koordinatensystem zu bestimmen, nennt man "Kartesische Koordinaten".

Es gibt aber noch eine weitere Möglichkeit, Koordinaten anzugeben, und zwar als "Polarkoordinaten". Polarkoordinaten sind dann sinnvoll, wenn ein Werkstück oder ein Teil eines Werkstücks mit Radius und Winkel vermaßt sind. Der Punkt, von dem die Vermassung ausgeht, heißt "Pol".

Beispiel Polangaben

Die Punkte P1 und P2 könnte man dann, bezogen auf den **Pol**, folgendermaßen beschreiben:



P1 entspricht Radius =100 plus Winkel =30°

P2 entspricht Radius =60 plus Winkel =75°

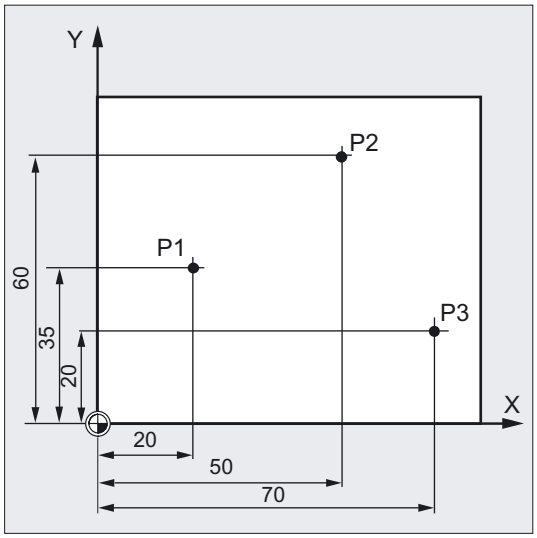
1.1.4 Absolutmaß

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 Fräsen

Die Positionsangaben für die Punkte P1 bis P3 im Absolutmaß lauten **bezogen auf den Nullpunkt**:



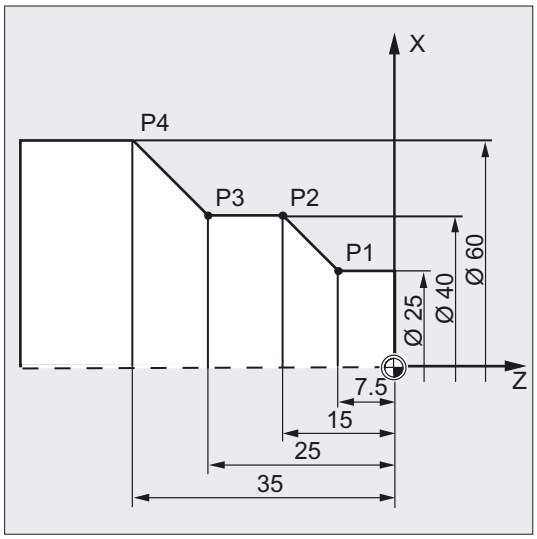
P1 entspricht X20 Y35

P2 entspricht X50 Y60

P3 entspricht X70 Y20

Beispiel Drehen

Die Positionsangaben für die Punkte P1 bis P4 im Absolutmaß lauten **bezogen auf den Nullpunkt**:



P1 entspricht X25 Z-7,5
P2 entspricht X40 Z-15
P3 entspricht X40 Z-25
P4 entspricht X60 Z-35

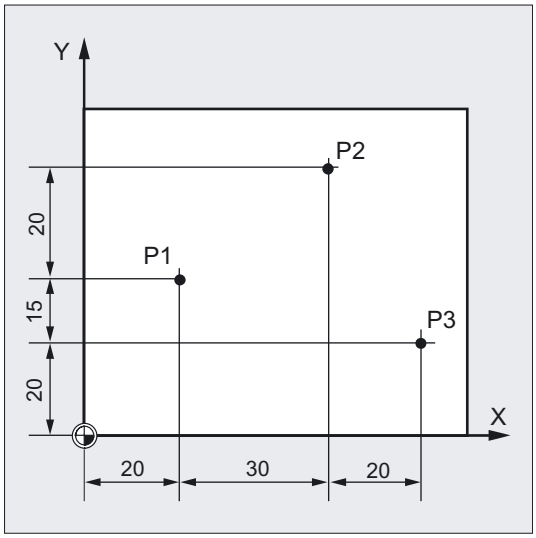
1.1.5 Kettenmaß

Es gibt aber häufig Fertigungszeichnungen, bei denen sich die Maße nicht auf den Nullpunkt, sondern auf einen anderen Werkstückpunkt beziehen. Um solche Maßangaben nicht umrechnen zu müssen, gibt es die Möglichkeit der Kettenmaßeingabe (Inkrementalmaß). Bei der Kettenmaßeingabe 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 Fräsen

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



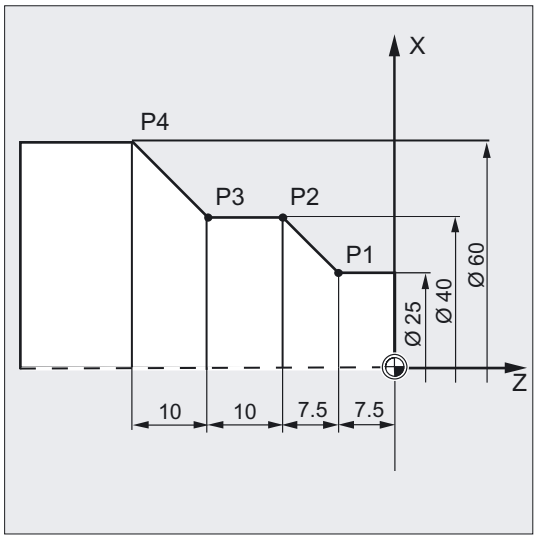
P1 entspricht X20 Y35 ;(bezogen auf den Nullpunkt)

P2 entspricht X30 Y20 ;(bezogen auf P1)

P3 entspricht X20 Y-35 ;(bezogen auf P2)

Beispiel Drehen

Die Positionsangaben für die Punkte P1 bis P4 im Kettenmaß lauten:



G90 P1 entspricht X25 Z-7,5 ;(bezogen auf den Nullpunkt)

G91 P2 entspricht X15 Z-7,5 ;(bezogen auf P1)

G91 P3 entspricht Z-10 ;(bezogen auf P2)

G91 P4 entspricht X20 Z-10 ;(bezogen auf P3)

Hinweis

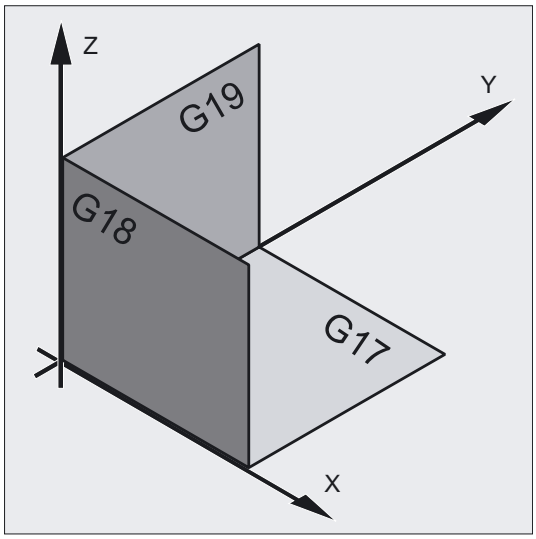
Bei anstehendem DIAMOF oder DIAM90 wird der Sollweg bei G91 als Radiusmaß programmiert.

1.1.6 Ebenenbezeichnungen

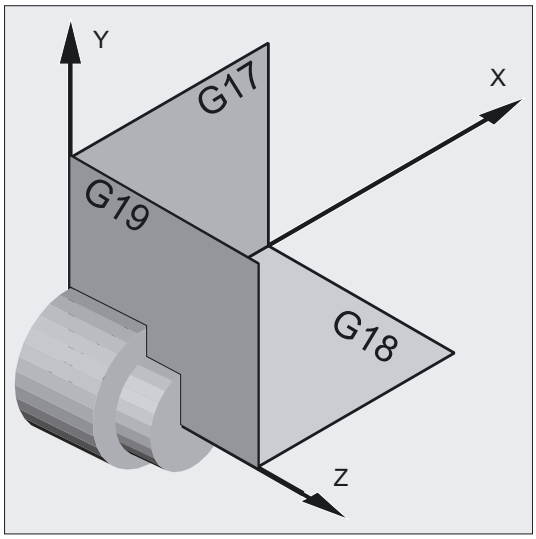
Beim Programmieren ist es erforderlich, der Steuerung mitzuteilen, in welcher Ebene gearbeitet wird, damit Werkzeugkorrekturwerte richtig verrechnet werden. Ebenso hat die Ebene für bestimmte Arten der Kreisprogrammierung und bei Polarkoordinaten eine Bedeutung.

Jeweils zwei Koordinatenachsen legen eine Ebene fest.

Fräsen:



Drehen:



Die dritte Koordinatenachse steht jeweils senkrecht auf dieser Ebene und bestimmt die Zustellrichtung des Werkzeugs (z. B. für 2½ D-Bearbeitung).

Arbeitsebenen

Die Arbeitsebenen werden im NC-Programm mit G17, G18 und G19 folgendermaßen bezeichnet:

Ebene	*Bezeichnung*	*Zustellrichtung*
X/Y	G17	Z
Z/X	G18	Y
Y/Z	G19	X

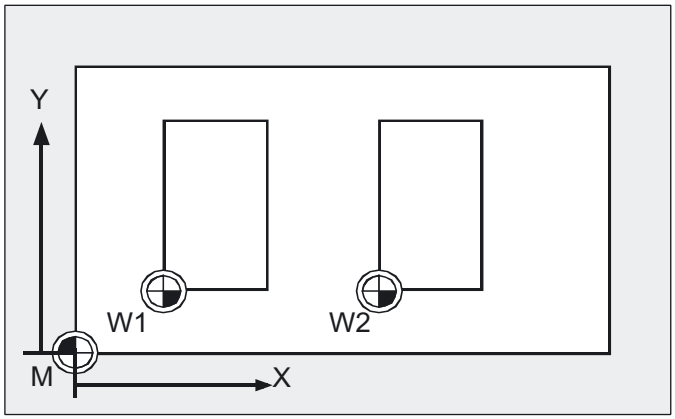
1.2 Lage der Nullpunkte

An der NC-Maschine werden die verschiedenen Nullpunkte und Referenzpunkte definiert. Es sind Bezugspunkte, die

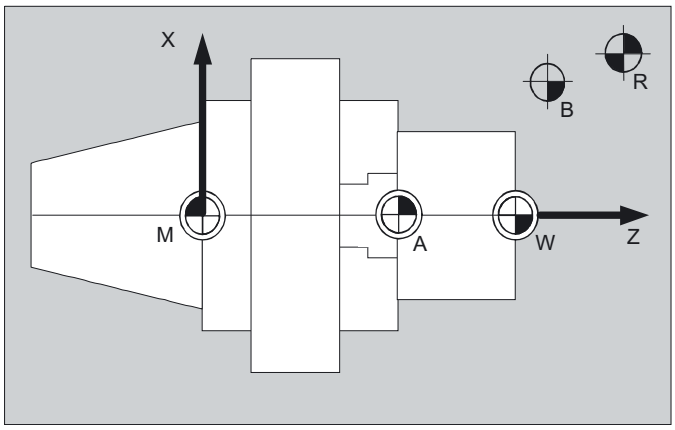
- von der Maschine anzufahren sind und
- auf die sich die Programmierung der Werkstück-Bemaßung bezieht.

Nebenstehende Skizzen erläutern die Nullpunkte und Referenzpunkte für Bohr- bzw. Fräsmaschinen und Drehmaschinen.

Fräsen:



Drehen:



Bezugspunkte

Das sind:

M	Maschinen-Nullpunkt
A	Anschlagpunkt. Kann mit dem Werkstück-Nullpunkt zusammenfallen (nur Drehmaschinen)
W	Werkstück-Nullpunkt = Programm-Nullpunkt
B	Startpunkt. Per Programm festlegbar. Hier beginnt das 1. Werkzeug der Bearbeitung
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.

1.3 Lage der Koordinatensysteme

1.3.1 Übersicht über die verschiedenen Koordinatensysteme

Wir unterscheiden folgende Koordinatensysteme:

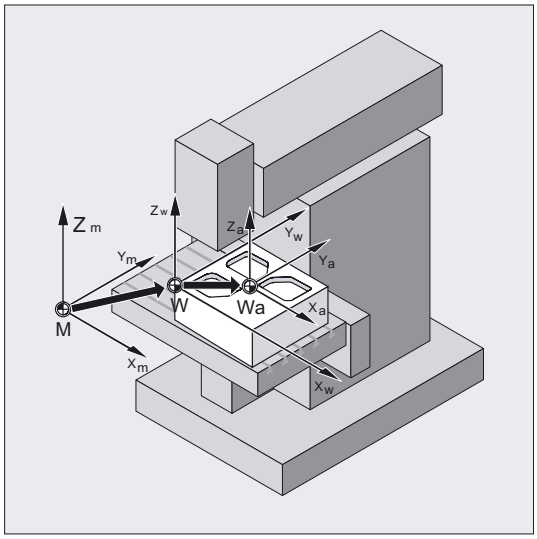
- das Maschinen-Koordinatensystem mit dem Maschinen-Nullpunkt **M**
- das Basis-Koordinatensystem (kann auch das Werkstück-Koordinatensystem W sein)
- das Werkstück-Koordinatensystem mit dem Werkstück-Nullpunkt **W**
- das aktuelle Werkstück-Koordinatensystem mit dem aktuell verschobenen Werkstück-Nullpunkt **Wa**

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.

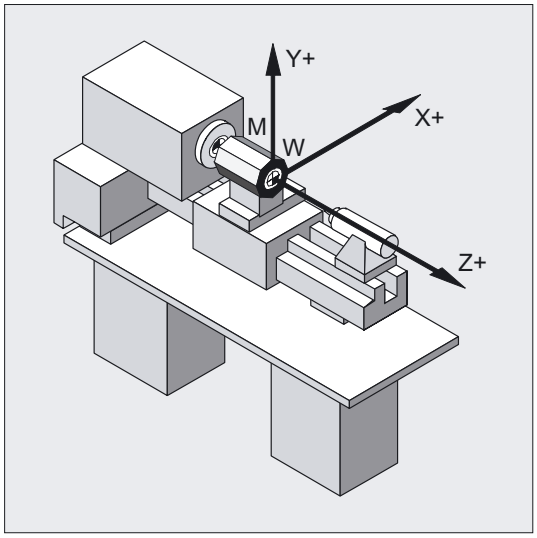
Hinweis

Die Erklärungen zu den einzelnen Achsbezeichnungen finden Sie im Abschnitt "Achstypen".

Koordinatensysteme Fräsen:



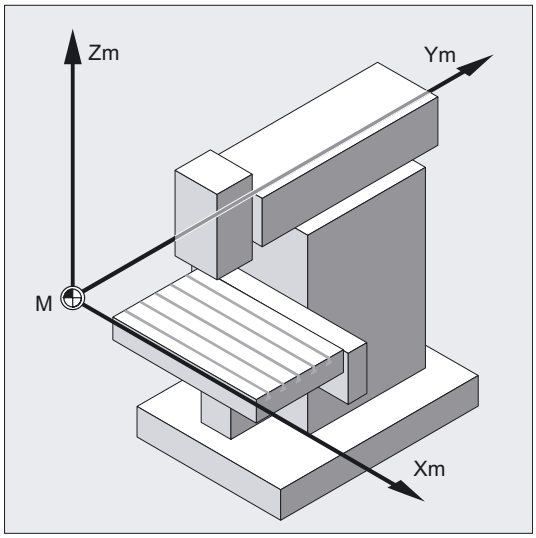
Koordinatensysteme Drehen:



1.3.2 Maschinen-Koordinatensystem

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

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



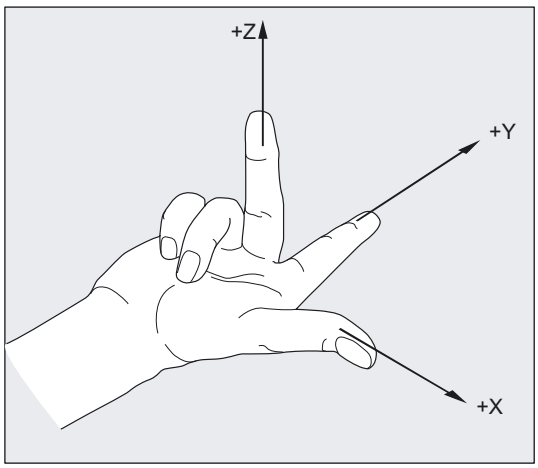
Wenn direkt im Maschinen-Koordinatensystem programmiert wird (bei einigen G-Funktionen möglich), so werden die physikalischen Achsen der Maschine direkt angesprochen. Eine eventuell vorhandene Werkstückaufspannung wird dabei nicht berücksichtigt.

Rechte-Hand-Regel

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

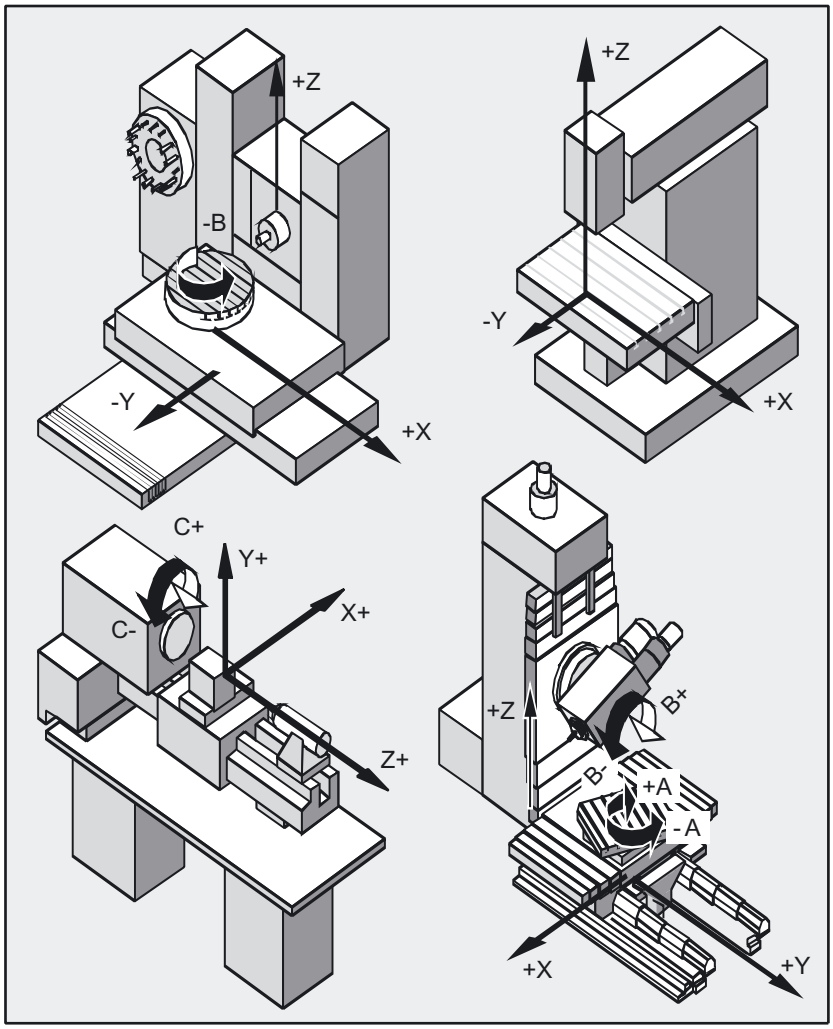
Steht man vor der Maschine so zeigt der Mittelfinger der rechten Hand gegen die Zustellrichtung der Hauptspindel. Dann bezeichnet:

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



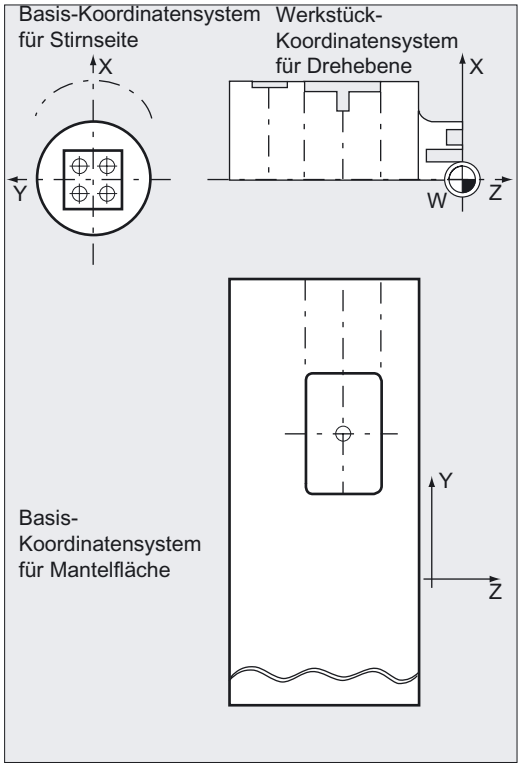
Festlegung aus der Rechten-Hand-Regel bei verschiedenen Maschinentypen

Bei unterschiedlichen Maschinentypen kann jeweils die Festlegung aus der Rechten-Hand-Regel anders aussehen. Hier einige Beispiele für Maschinen-Koordinatensysteme bei verschiedenen Maschinen.



1.3.3 Basis-Koordinatensystem

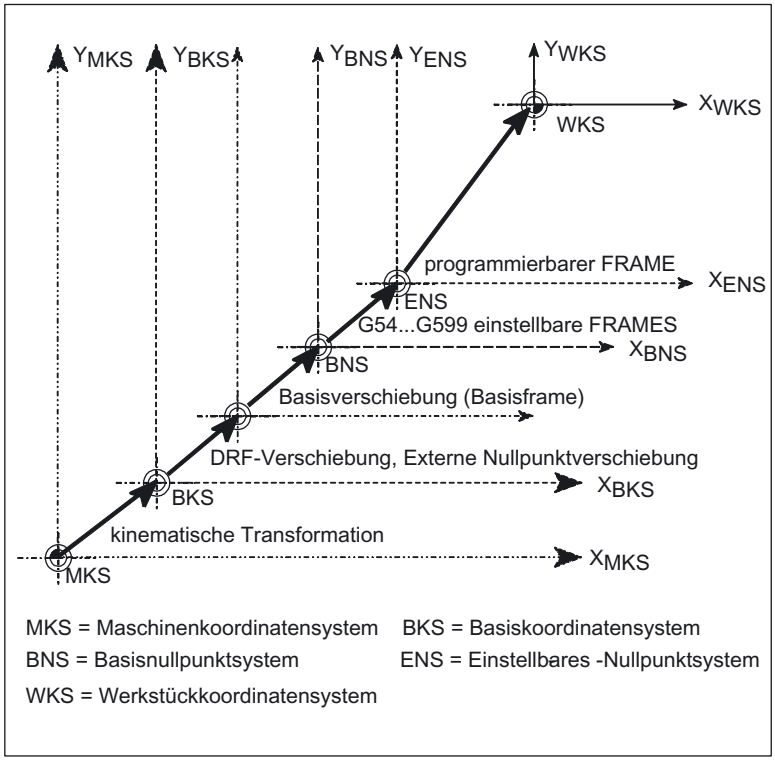
Das Basis-Koordinatensystem ist ein kartesisches Koordinatensystem, das durch kinematische Transformation (z. B. 5-Achstransformation oder über Transmit bei Mantelflächen) auf das Maschinenkoordinatensystem abgebildet wird.



Ist keine kinematische Transformation vorhanden, so unterscheidet sich das Basis-Koordinatensystem vom Maschinen-Koordinatensystem nur durch die Bezeichnung der Achsen.

Beim Einschalten einer Transformation können Abweichungen von der parallelen Lage der Achsen entstehen. Das Koordinatensystem muss nicht im rechten Winkel sein.

Weitere Festlegungen

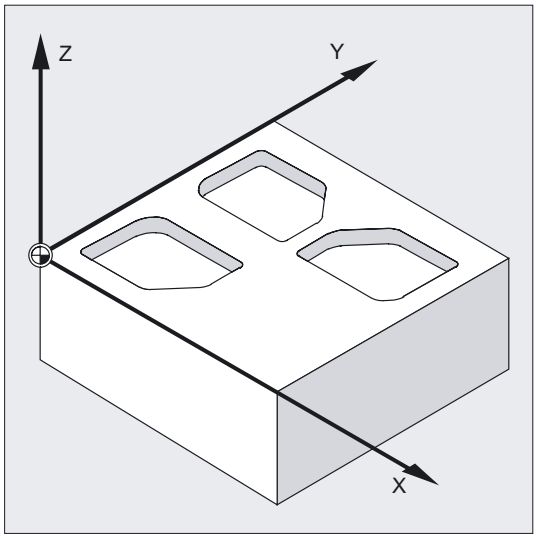


Nullpunktverschiebungen, Skalierungen usw. werden immer im Basis-Koordinatensystem ausgeführt.

Auch bei der Festlegung der Arbeitsfeldbegrenzung beziehen sich die Koordinatenangaben auf das Basis-Koordinatensystem.

1.3.4 Werkstück-Koordinatensystem

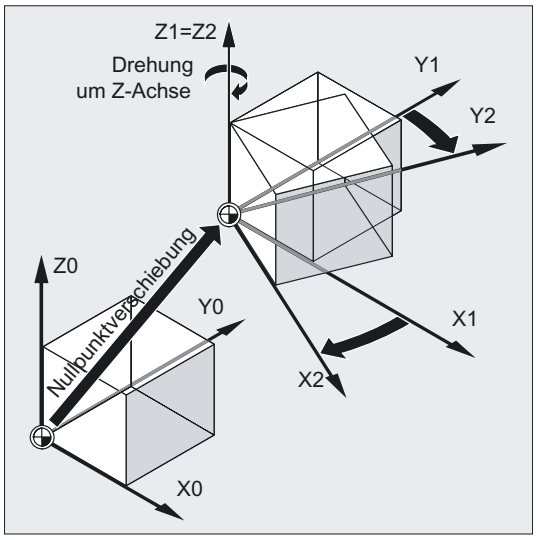
Im Werkstück-Koordinatensystem wird die Geometrie eines Werkstücks beschrieben. Oder anders ausgedrückt: Die Angaben im NC-Programm beziehen sich auf das Werkstück-Koordinatensystem.



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

1.3.5 Frame-Konzept

Der Frame ist eine in sich geschlossene Rechenvorschrift, die ein kartesisches Koordinatensystem in ein anderes kartesisches Koordinatensystem überführt.



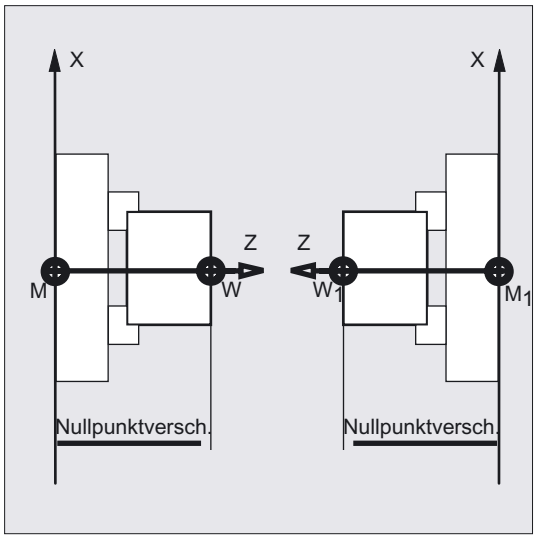
Es ist eine räumliche Beschreibung des Werkstück-Koordinatensystems.

Innerhalb eines Frames stehen folgende Komponenten zur Verfügung:

- Nullpunkt verschieben
- Drehen
- Spiegeln
- Skalieren

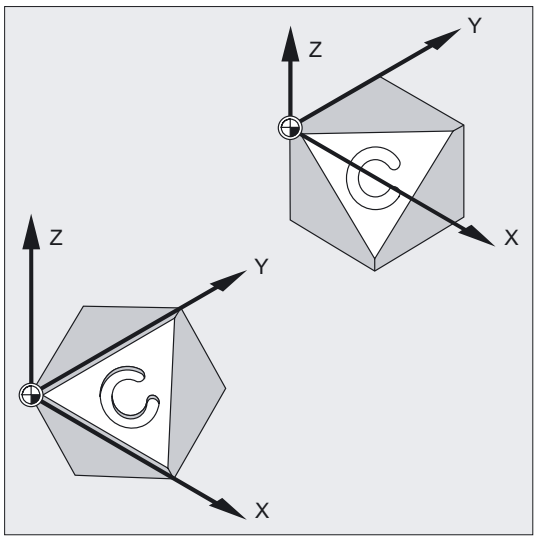
Diese Komponenten können einzeln angewendet oder beliebig kombiniert werden.

Spiegeln der Z-Achse



Werkstück-Koordinatensystem verschieben und drehen

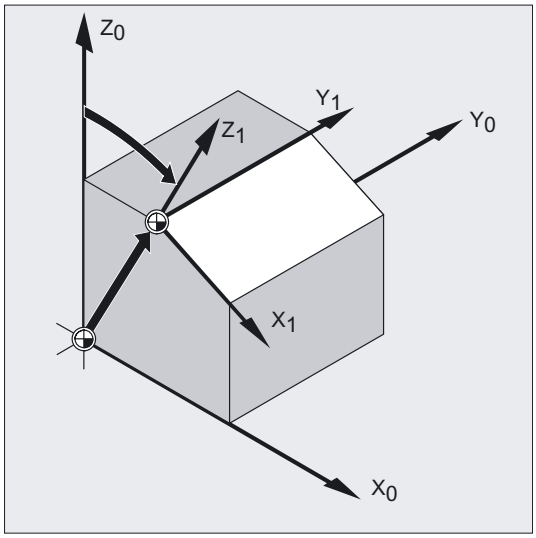
Für die Bearbeitung von schräg liegenden Konturen können Sie entweder das Werkstück mit entsprechenden Vorrichtungen parallel zu den Maschinenachsen ausrichten ...



... oder umgekehrt ein Koordinatensystem erzeugen, das auf das Werkstück bezogen ist. Mit programmierbaren Frames lässt sich das Werkstück-Koordinatensystem verschieben und/oder drehen.

Hierdurch können Sie

- den Nullpunkt auf jede beliebige Position am Werkstück verschieben und
- die Koordinatenachsen durch Drehung parallel zur gewünschten Arbeitsebene ausrichten.
- Und damit in einer Aufspannung schräge Flächen bearbeiten, Bohrungen mit verschiedenen Winkeln herstellen oder
- Mehrseitenbearbeitung durchführen.

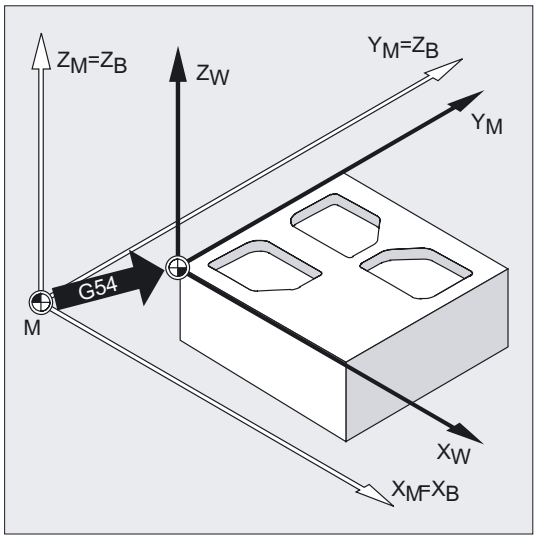


Für die Bearbeitung in schräg liegenden Arbeitsebenen müssen, abhängig von der Maschinenkinematik, die Konventionen für Arbeitsebene und Werkzeugkorrekturen berücksichtigt werden.

Mehr Informationen hierzu siehe "Wahl der Arbeitsebene, G17 bis G19".

1.3.6 Zuordnung des Werkstück-Koordinatensystems zu den Maschinenachsen

Die Lage des Werkstück-Koordinatensystems in Bezug auf das Basiskoordinatensystem (bzw. Maschinen-Koordinatensystem) wird durch einstellbare Frames bestimmt.

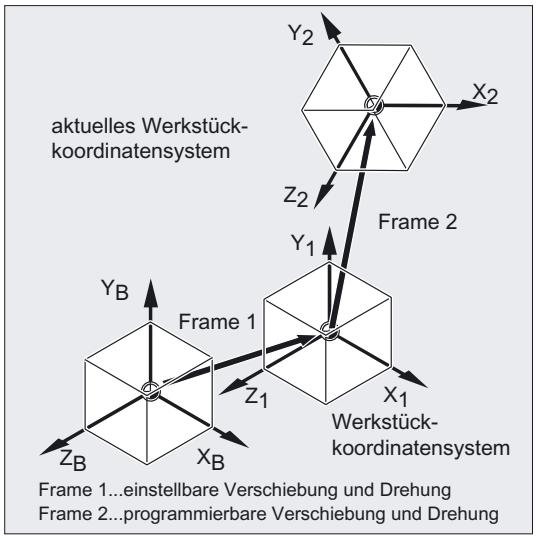


Im NC-Programm werden solche einstellbaren Frames mit entsprechenden Befehlen, z. B. G54, aktiviert.

1.3.7 Aktuelles Werkstück-Koordinatensystem

Manchmal erweist es sich als sinnvoll bzw. notwendig, innerhalb eines Programms das ursprünglich gewählte Werkstück-Koordinatensystem an eine andere Stelle zu verschieben und ggf. zu drehen, zu spiegeln und/oder zu skalieren.

Mit den programmierbaren Frames kann man den aktuellen Nullpunkt an eine geeignete Stelle im Werkstück-Koordinatensystem verschieben (drehen, spiegeln, skalieren) und erhält dadurch das aktuelle Werkstück-Koordinatensystem.

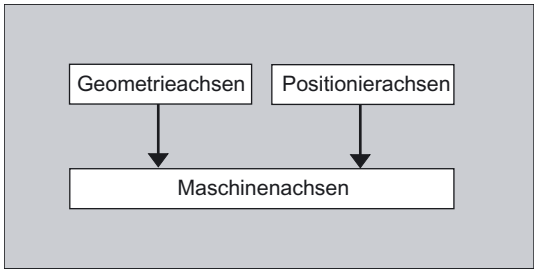


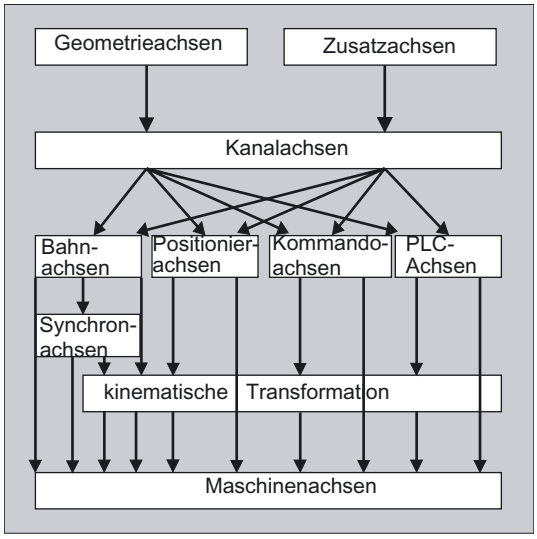
Innerhalb eines Programms sind auch mehrere Nullpunktverschiebungen möglich.

1.4 Achsen

Bei der Programmierung werden folgende Achsen unterschieden:

- Maschinenachsen
- Kanalachsen
- Geometrieachsen
- Zusatzachsen
- Bahnachsen
- Synchronachsen
- Positionierachsen
- Kommandoachsen (Bewegungssynchronisationen)
- PLC-Achsen
- Link-Achsen
- Lead-Linkachsen





Verhalten programmierter Achstypen

Programmiert werden Geometrie-, Synchron- und Positionierachsen.

- Bahnachsen fahren mit Vorschub F entsprechend den programmierten Fahrbefehlen.
- Synchronachsen fahren synchron zu Bahnachsen und benötigen für den Fahrweg die gleiche Zeit wie alle Bahnachsen.
- Positionierachsen fahren asynchron zu allen übrigen Achsen. Diese Fahrbewegungen laufen losgelöst von Bahn- und Synchronbewegungen ab.
- Kommandoachsen fahren asynchron zu allen übrigen Achsen. Diese Fahrbewegungen laufen losgelöst von Bahn- und Synchronbewegungen ab.
- PLC-Achsen werden von der PLC gesteuert und können asynchron zu allen übrigen Achsen fahren. Die Fahrbewegungen laufen losgelöst von Bahn- und Synchronbewegungen ab.

1.4.1 Hauptachsen/Geometrieachsen

Die Hauptachsen bestimmen ein rechtwinkliges, rechtsdrehendes Koordinatensystem. In diesem Koordinatensystem werden Werkzeugbewegungen programmiert.

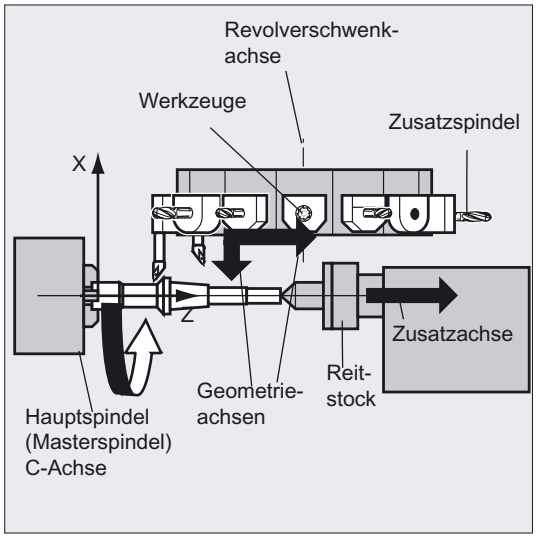
In der NC-Technik werden die Hauptachsen als Geometrieachsen bezeichnet. Dieser Begriff wird in dieser Programmieranleitung ebenfalls verwendet.

Mit der Funktion "**Umschaltbare Geometrieachsen**" (siehe Arbeitsvorbereitung) lässt sich der über Maschinendatum konfigurierte Geometrieachsverbund vom Teileprogramm aus verändern. Dabei kann eine als synchrone Zusatzachse definierte Kanalachse eine beliebige Geometrieachse ersetzen.

Achsbezeichner

Für Drehmaschinen gilt:

Geometrieachsen X und Z, ggf. Y



Für Fräsmaschinen gilt:

Geometrieachsen X, Y und Z.

Maximal drei Geometrieachsen werden zur Programmierung der Frames und der Werkstückgeometrie (Kontur) verwendet.

Die Bezeichner für Geometrie- und Kanalachsen dürfen gleich sein, sofern eine Abbildung möglich ist.

Geometrie- und Kanalachs-Namen können in jedem Kanal gleich sein, so dass dieselben Programme abgearbeitet werden können.

1.4.2 Zusatzachsen

Im Gegensatz zu den Geometrieachsen ist bei den Zusatzachsen kein geometrischer Zusammenhang zwischen den Achsen definiert.

Achsbezeichner

Bei einer Drehmaschine mit Revolvermagazin sind zum Beispiel

Revolverposition U, Reitstock V

Anwendungsbeispiele

Typische Zusatzachsen sind Werkzeugrevolverachsen, Schwenktischachsen, Schwenkkopfachsen und Laderachsen.

```
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
```

1.4.3 Hauptspindel, Masterspindel

Welche Spindel Hauptspindel ist, wird durch die Maschinenkinematik bestimmt. Diese Spindel wird per Maschinendatum als Masterspindel deklariert. In der Regel wird die Hauptspindel als Masterspindel deklariert. Diese Zuordnung kann durch den Programmbefehl SETMS (Spindelnummer) geändert werden. Mit SETMS ohne Angabe der Spindelnummer kann auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel zurückgeschaltet werden. Für die Masterspindel gelten spezielle Funktionen, wie z. B. Gewindeschneiden, siehe "Spindeldrehzahl S, Spindeldrehrichtung M3, M4, M5".

Spindelbezeichner

Bezeichnung: S oder S0

1.4.4 Maschinenachsen

Maschinenachsen sind die physikalisch an der Maschine vorhandenen Achsen. Die Bewegungen von Achsen können noch über Transformationen (TRANSMIT, TRACYL oder TRAORI) den Maschinenachsen zugeordnet sein. Sind Transformationen für die Maschine vorgesehen, müssen unterschiedliche Achsnamen festgelegt werden.

Die Maschinenachsnamen werden nur in speziellen Fällen, wie z. B. Referenzpunkt- oder Festpunktfahren programmiert.

Achsbezeichner

Die Achsbezeichner sind über Maschinendatum einstellbar.

Bezeichnung in der Standardeinstellung:

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

Außerdem gibt es feste Achsbezeichner, die immer verwendet werden können:

AX1, AX2, …, AXn

1.4.5 Kanalachsen

Kanalachsen sind alle Achsen, die in einem Kanal verfahren.

Achsbezeichner

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

1.4.6 Bahnachsen

Bahnachsen beschreiben den Bahnweg und somit die Werkzeugbewegung im Raum.

Der programmierte Vorschub wirkt entlang dieser Bahn. Die an dieser Bahn beteiligten Achsen erreichen ihre Position gleichzeitig. In der Regel sind das die Geometrieachsen.

Welche Achsen Bahnachsen und damit geschwindigkeitsbestimmend sind, wird jedoch per Voreinstellungen festgelegt.

Im NC-Programm können Bahnachsen mit FGROUP angegeben werden, siehe "Bahnverhalten".

1.4.7 Positionierachsen

Positionierachsen werden getrennt interpoliert, d. h. jede Positionierachse hat einen eigenen Achsinterpolator und einen eigenen Vorschub. Positionierachsen interpolieren nicht mit den Bahnachsen.

Positionierachsen werden aus dem NC-Programm oder von der PLC verfahren. Falls eine Achse gleichzeitig vom NC-Programm und der PLC verfahren werden soll, erscheint eine Fehlermeldung.

Typische Positionierachsen sind:

- Lader für Werkstückantransport
- Lader für Werkstückabtransport
- Werkzeugmagazin/Revolver

Programmierung

Zu unterscheiden ist zwischen Positionierachsen mit Synchronisation zum Satzende oder über mehrere Sätze hinweg.

Parameter

POS-Achsen:

Der Satzwechsel erfolgt zum Satzende, wenn alle in diesem Satz programmierten Bahn- und Positionierachsen ihren programmierten Endpunkt erreicht haben.

POSA-Achsen:

Die Bewegungen dieser Positionierachsen können über mehrere Sätze ablaufen.

POSP-Achsen:

Die Bewegung dieser Positionierachsen zum Anfahren der Endposition erfolgt in Teilstücken.

Hinweis

Positionierachsen werden zu Synchronachsen, wenn sie ohne die besondere Kennung POS/POSA verfahren werden.

Ein Bahnsteuerbetrieb (G64) für Bahnachsen ist nur dann möglich, wenn die Positionierachsen (POS) vor den Bahnachsen ihre Endposition erreicht haben.

Bahnachsen, die mit POS/POSA programmiert werden, werden für diesen Satz aus dem Bahnachsverbund herausgenommen.

Mehr Informationen zu POS, POSA und POSP siehe "Positionierachsen verfahren, POS, POSA, POSP".

1.4.8 Sychronachsen

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.

1.4.9 Kommandoachsen

Kommandoachsen werden aus Synchronaktionen auf Grund eines Ereignisses (Kommandos) gestartet. Sie können vollkommen asynchron zum Teileprogramm positioniert, gestartet und gestoppt werden. Ein Achse kann nicht gleichzeitig aus dem Teileprogramm und aus Synchronaktionen bewegt werden.

Kommandoachsen werden getrennt interpoliert, d. h. jede Kommandoachse hat einen eigenen Achsinterpolator und einen eigenen Vorschub.

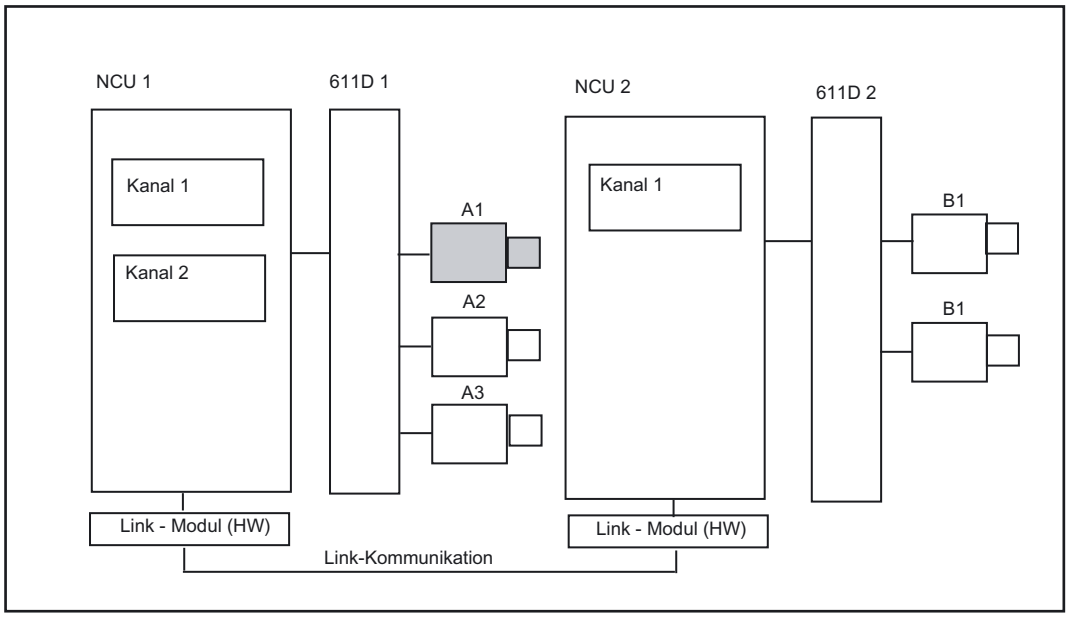
Literatur: /FBSY/, Synchronaktionen

1.4.10 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.

1.4.11 Linkachsen

Link-Achsen sind Achsen, die an einer anderen NCU physikalisch angeschlossen sind und deren Lageregelung unterliegen. Link-Achsen können dynamisch Kanälen einer **anderen** NCU zugeordnet werden. Link-Achsen sind aus Sicht einer bestimmten NCU nicht lokale Achsen.



Der dynamischen Änderung der Zuordnung zu einer NCU dient das Konzept der **Achscontainer**. Achstausch mit GET und RELEASE aus dem Teileprogramm ist für Link-Achsen nicht verfügbar.

Voraussetzung

Die beteiligten NCUs NCU1 und NCU2 müssen über das Link-Modul mit schneller Link-Kommunikation verbunden sein.
Literatur:
/PHD/ Gerätehandbuch Projektierung NCU; NCU 571-573.2 Kapitel Link-Modul

Die Achse muss durch Maschinendaten entsprechend konfiguriert werden.

Die Option Link-Achse muss vorhanden sein.

Beschreibung

Die Lageregelung erfolgt auf der NCU, auf der die Achse physikalisch mit dem Antrieb verbunden ist. Dort befindet sich auch die zugehörige Achs-VDI-Schnittstelle. Die Lagesollwerte werden bei Link-Achsen auf einer anderen NCU erzeugt und über NCU-Link kommuniziert.

Die Link-Kommunikation muss für das Zusammenspiel zwischen den Interpolatoren mit dem Lageregler bzw. PLC-Interface sorgen. Die von den Interpolatoren errechneten Sollwerte müssen an den Lageregelkreis auf der Heimat-NCU transportiert werden, bzw. Die Istwerte müssen wieder zurücktransportiert werden.

Weitere Details über Link-Achsen finden Sie in

Literatur: /FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

Achscontainer

Ein Achscontainer ist eine Ringpuffer-Datenstruktur, in der die Zuordnung von lokalen Achsen und/oder Link-Achsen zu Kanälen erfolgt. Die Einträge im Ringpuffer sind **zyklisch verschiebbar**.

Die Link-Achsen Konfiguration lässt im logischen Maschinenachs-Abbild neben dem direkten Verweis auf lokale Achsen oder Link-Achsen den Verweis auf Achscontainer zu. Ein solcher Verweis besteht aus:

- Container-Nummer und
- Slot (Ringpuffer-Platz innerhalb des entsprechenden Containers)

Als Eintrag in einem Ringpuffer-Platz steht:

- eine lokale Achse **oder**
- eine Link-Achse

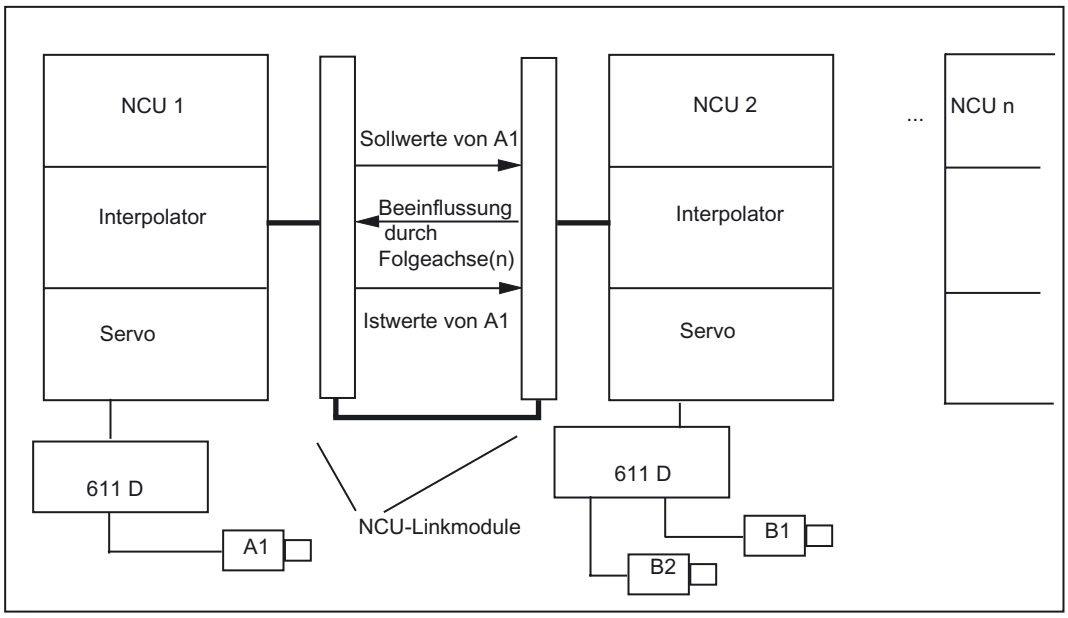
Achscontainer-Einträge enthalten lokale Maschinenachsen oder Link-Achsen aus der Sicht einer einzelnen NCU. Die Einträge im logischen Maschinenachsabbild MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB einer einzelnen NCU sind fest.

Die Funktion Achscontainer ist beschrieben in

Literatur: /FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

1.4.12 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.

Voraussetzungen

- Die beteiligten NCUs NCU1 bis NCUn (n max. 8) müssen über das Link-Modul mit schneller Link-Kommunikation verbunden sein.
  Literatur:
  /PHD/ Gerätehandbuch Projektierung NCU; NCU 571-573.2 Kapitel Link-Modul
- Die Achse muss durch Maschinendaten entsprechend konfiguriert werden.
- Die Option Link-Achse muss vorhanden sein.
- Für alle beteiligten NCUs muss der gleiche Interpolationstakt konfiguriert sein.

Einschränkungen

- Eine Leitachse als Lead-Link-Achse kann nicht Link-Achse sein, d. h. von anderen NCUs als ihrer Heimat-NCU verfahren werden.
- Eine Leitachse als Lead-Link-Achse kann nicht Container-Achse sein, d. h. wechselweise von verschiedenen NCUs angesprochen werden.
- Eine Lead-Link-Achse kann nicht programmierte Führungsachse eines Gantry-Verbandes sein.
- Kopplungen mit Lead-Link-Achsen können nicht mehrstufig hintereinandergeschaltet werden (Kaskadierung).
- Achstausch ist nur innerhalb der Heimat-NCU der Lead-Link-Achse möglich.

Systemvariablen:

Folgende Systemvariablen können mit dem Kanalachsbezeichner der Lead-Link-Achse benutzt werden:

- $AA_LEAD_SP ; Simulierter Leitwert - Position
- SAA_LEAD_SV ; Simulierter Leitwert - Geschwindigkeit

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

Literatur: /FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs (B3)

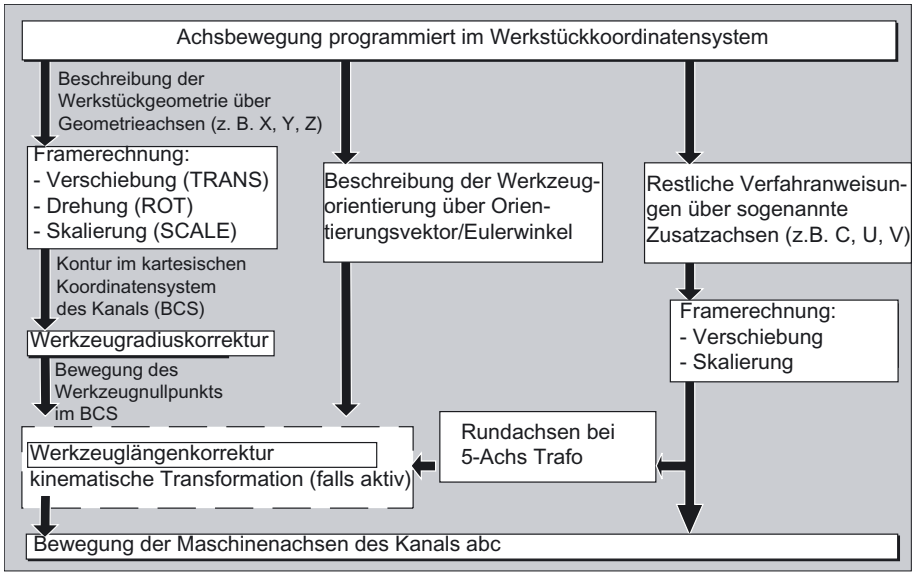
1.5 Koordinatensysteme und Werkstückbearbeitung

Es wird der Zusammenhang zwischen Fahrbefehlen der programmierten Achsbewegungen aus den Werkstückkoordinaten und sich daraus resultierenden Maschinenbewegung dargestellt.

Wie Sie den zurückgelegten Weg unter Berücksichtigung aller Verschiebungen und Korrekturen ermitteln können, wird anhand der Wegberechnung gezeigt.

Zusammenhang zwischen Fahrbefehlen aus Werkstückkoordinaten und resultierenden Maschinenbewegungen

Achsbewegung programmiert im Werkstückkoordinatensystem

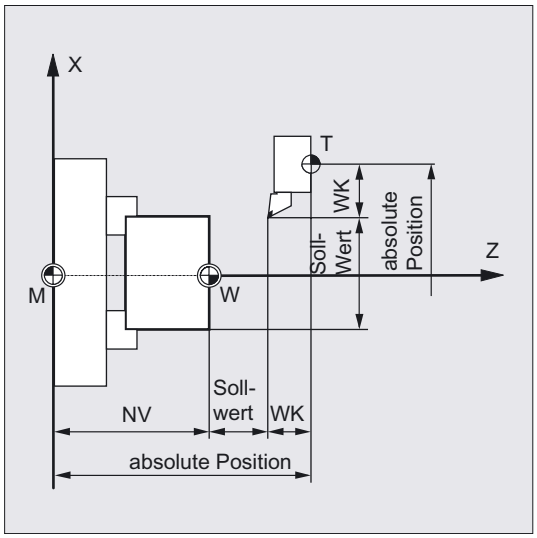


Wegberechnung

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

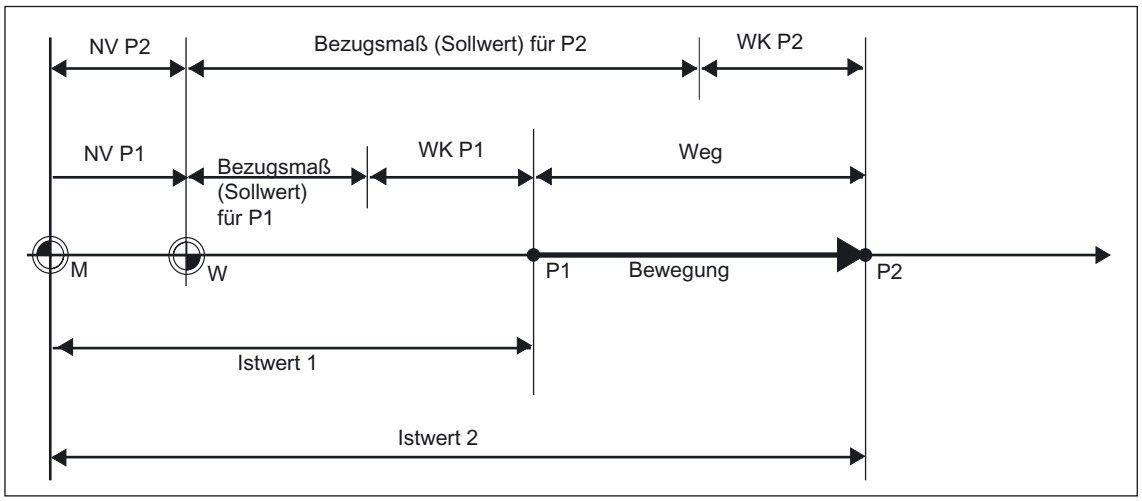
Allgemein gilt:

Weg = Sollwert - Istwert + Nullpunktverschiebung (NV) + Werkzeugkorrektur (WK)



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

- bei Bezugsmaßeingabe:
  Weg = (Bezugsmaß P2 - Bezugsmaß P1) + (NV P2 - NV P1) + (WK P2 - WK P1).
- bei Kettenmaßeingabe:
  Weg = Kettenmaß + (NV P2 - NV P1) + (WK P2 - WK P1).



Grundlagen der NC-Programmierung 2

2.1 Aufbau und Inhalte eines NC-Programms

Hinweis

Richtlinie für den Aufbau des Teileprogramms ist DIN 66025.

Ein (NC-/Teile-)Programm besteht aus einer Folge von NC-**Sätzen** (siehe folgende Tabelle). Jeder Satz stellt einen Bearbeitungsschritt dar. In einem Satz werden Anweisungen in Form von **Wörtern** geschrieben. Der letzte Satz in der Abarbeitungsreihenfolgen enthält ein spezielles Wort für das **Programmende: M2**, **M17** bzw**. M30.**

Satz	Wort	Wort	Wort	...	;Kommentar
Satz	N10	G0	X20	...	;1. Satz
Satz	N20	G2	Z37	...	;2. Satz
Satz	N30	G91	...	...	;...
Satz	N40	...	...	...	
Satz	N50	M30	...	...	;Programmende (letzter Satz)

Programmnamen

Jedes Programm hat einen eigenen Namen, der beim Erstellen des Programms unter Einhaltung folgender Bedingungen frei gewählt werden kann (außer Lochstreifenformat):

- die ersten beiden Zeichen müssen Buchstaben sein (auch ein Buchstabe mit Unterstrich)
- sonstige Buchstaben, Ziffern

Beispiel:

_MPF100 oder

WELLE oder

WELLE_2

Nur die ersten **24** Zeichen eines Programm-Bezeichners werden an der NC angezeigt.

Lochstreifenformat

Dateinamen:

Dateinamen können die Zeichen 0...9, A...Z, a...z oder _ enthalten und dürfen maximal 24 Zeichen lang sein.

Dateinamen müssen eine 3 Stellen lange Kennung (_xxx) besitzen.

Daten im Lochstreifenformat können extern erstellt oder mit einem Editor bearbeitet sein. Ein Dateiname einer Datei, die intern im NC-Speicher abgelegt ist, beginnt mit "_N_".
Eine Datei im Lochstreifenformat wird mit **%**<name> eingeleitet, "**%**" muss in der ersten Spalte der ersten Zeile stehen.

Beispiele:

%_N_WELLE123_MPF = Teileprogramm WELLE123

oder

%Flansch3_MPF = Teileprogramm Flansch3

Weitere Informationen zum Übertragen, Erstellen und Speichern von Teileprogrammen finden Sie in:

/BAD/, /BEM/ Bedienungsanleitung HMI Advanced, HMI Embedded Kapitel "Bedienbereich Programm"/"Bedienbereich Dienste"

2.2 Sprachelemente der Programmiersprache

Übersicht

Die Sprachelemente der Programmiersprachen werden bestimmt durch

- Zeichenvorrat mit Groß-, Kleinbuchstaben und Ziffern
- Wörtern mit Adresse und Ziffernfolge
- Sätzen und Satzaufbau
- Satzlänge mit maximaler möglicher Anzahl Zeichen
- Reihenfolge der Wörter in einem Satz mit Tabelle der Adressen und dessen Bedeutung
- Hauptsätze und Nebensätze
- Satznummer
- Adressen mit Tabelle für wichtige Adressen und Erklärungen
- Adressen modal oder satzweise wirksam
- Adressen mit axialer Erweiterung mit Tabelle erweiterter Adressschreibweise
- Feste Adressen mit Tabelle und Angabe der Bedeutung für Standardeinstellung
- Feste Adressen mit Achserweiterung mit Tabelle und Angabe der Bedeutung für Standardeinstellung
- Einstellbare Adressen mit Angabe der einstellbaren Adressbuchstaben
- Vordefinierte Rechenfunktionen sowie arithmetrische, Vergleichs- und logische Operatoren mit entsprechenden Wertzuweisungen
- Bezeichner wie Variable, Unterprogramme, Schlüsselwörter, DIN-Adressen und Sprungmarken

Zeichenvorrat

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

Dabei ist zu beachten:

Buchstabe "O" nicht mit der Zahl "0" verwechseln.

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

Hinweis

Klein- und Großbuchstaben werden nicht unterschieden.

Ziffern

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Sonderzeichen

%	Programmanfangszeichen (nur für Programmerstellung am externen PC)
(	Klammerung von Parametern oder in Ausdrücken
)	Klammerung von Parametern oder in Ausdrücken
[	Klammerung von Adressen oder Feldindizes
]	Klammerung von Adressen oder Feldindizes
<	kleiner
>	größer
:	Hauptsatz, Labelabschluss, Kettungsoperator
=	Zuweisung, Teil von Gleichheit
/	Division, Satzunterdrückung
*	Multiplikation
+	Addition
-	Subtraktion, negatives Vorzeichen
"	Anführungszeichen, Kennung für Zeichenkette
'	Hochkomma, Kennung für spezielle Zahlenwerte: hexadezimal, binär
$	systemeigene Variablenkennung
_	Unterstrich, zu Buchstaben gehörig
?	reserviert
!	reserviert
.	Dezimalpunkt
,	Komma, Trennzeichen von Parametern
;	Kommentarbeginn
&	Formatierungszeichen, gleiche Wirkung wie Leerzeichen

LF	Satzende
Tabulator	Trennzeichen
Leerzeichen	Trennzeichen (Blank)

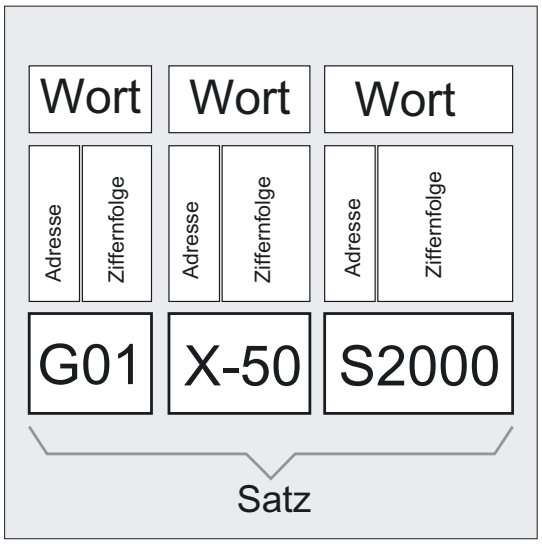
Hinweis

Nicht darstellbare Sonderzeichen werden wie Leerzeichen behandelt.

Wörter

NC-Programme bestehen, wie unsere Sprache auch, aus Sätzen; die Sätze wiederum bestehen aus Wörtern.

Ein Wort der "NC-Sprache" besteht aus einem Adresszeichen und einer Ziffer bzw. einer Ziffernfolge, die einen arithmetischen Wert darstellt.



Das Adresszeichen des Wortes ist im Allgemeinen ein Buchstabe. Die Ziffernfolge kann Vorzeichen und Dezimalpunkt beinhalten, wobei ein Vorzeichen immer zwischen dem Adressbuchstaben und der Ziffernfolge steht. Positive Vorzeichen (+) müssen nicht geschrieben werden.

Sätze und Satzaufbau

Ein NC-Programm besteht aus einzelnen Sätzen, ein Satz im Allgemeinen aus (mehreren) Wörtern.

Ein Satz sollte alle Daten zur Ausführung eines Arbeitsschrittes enthalten und endet mit dem Zeichen "L_F" (LINE FEED = neue Zeile).

Hinweis

Das Zeichen "L_F" muss nicht geschrieben werden; es wird automatisch durch die Zeilenschaltung erzeugt.

Satzlänge

Ein Satz kann maximal **512 Zeichen** enthalten (inklusive Kommentar und Satzendezeichen "L_F").

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 Wörter in einem Satz

Um den Satzaufbau übersichtlich zu gestalten, sollten die Wörter eines Satzes folgendermaßen angeordnet werden:

Beispiel:

N10 G… X… Y… Z… F… S… T… D… M… H…

Adresse	Bedeutung
N	Adresse der Satznummer
10	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…)

Hauptsatz/Nebensatz

Es werden zwei Arten von Sätzen unterschieden:

- Hauptsätze und
- Nebensätze

In einem Hauptsatz müssen alle Wörter angegeben werden, die erforderlich sind, um den Arbeitsablauf ab dem mit dem Hauptsatz beginnenden Programmabschnitt starten zu können.

Hinweis

Hauptsätze können sowohl in Haupt- wie auch in Unterprogrammen stehen. Die Steuerung überprüft nicht, ob ein Hauptsatz alle benötigten Informationen enthält.

Satznummer

Hauptsätze werden durch eine Hauptsatznummer gekennzeichnet. Eine Hauptsatznummer besteht aus dem Zeichen ":" und einer positiven ganzen Zahl (Satznummer). Die Satznummer steht immer am Anfang eines Satzes.

Hinweis

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

Beispiel:

:10 D2 F200 S900 M3

Nebensätze werden durch eine Nebensatznummer gekennzeichnet. Eine Nebensatznummer besteht aus dem Zeichen "N" und einer positiven ganzen Zahl (Satznummer). Die Satznummer steht immer am Anfang eines Satzes.

Beispiel:

N20 G1 X14 Y35

N30 X20 Y40

Hinweis

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

Die Reihenfolge der Satznummern ist beliebig, aufsteigende Satznummern sind aber empfehlenswert. Sie können NC-Sätze auch ohne Satznummern programmieren.

Adressen

Adressen sind feste oder einstellbare Bezeichner für Achsen (X, Y, ...) Spindeldrehzahl (S), Vorschub (F), Kreisradius (CR) usw.

Beispiel:

N10 X100

Wichtige Adressen

Adresse	Bedeutung (Standardeinstellung)	Bemerkung
A=DC(...) A=ACP(...) A=ACN(...)	Rundachse	einstellbar
ADIS	Überschleifabstand für Bahnfunktionen	fest
B=DC(...) B=ACP(...) B=ACN(...)	Rundachse	einstellbar
C=DC(...) C=ACP(...) C=ACN(...)	Rundachse	einstellbar
CHR=...	Konturecke anfasen	fest
D...	Schneidennummer	fest
F...	Vorschub	fest
FA[Achse]=... bzw. FA[Spindel]=... bzw. [SPI(Spindel)]=...	axialer Vorschub (nur, wenn Spindel-Nr. per Variable vorgegeben wird)	fest
G...	Wegbedingung	fest
H... H=QU(...)	Hilfsfunktion Hilfsfunktion ohne Lesehalt	fest
I...	Interpolationsparameter	einstellbar
J...	Interpolationsparameter	einstellbar
K...	Interpolationsparameter	einstellbar
L...	Unterprogrammaufruf	fest
M... M=QU(...)	Zusatzfunktion Zusatzfunktion ohne Lesehalt	fest
N...	Nebensatz	fest
OVR=...	Bahnoverride	fest
P...	Anzahl Programmdurchläufe	fest
POS[Achse]=...	Positionierachse	fest
POSA[Achse]=...	Positionierachse über Satzgrenze	fest
SPOS=... SPOS[n]=...	Spindelposition	fest
SPOSA=... SPOSA[n]=...	Spindelposition über Satzgrenze	fest
Q...	Achse	einstellbar
R0=... bis Rn=... R...	- Rechenparameter, n ist über MD einstellbar (Standard 0 - 99) - Achse	fest einstellbar

RND	Konturecke verrunden	fest
RNDM	Konturecke verrunden (modal)	fest
S...	Spindeldrehzahl	fest
T...	Werkzeugnummer	fest
U...	Achse	einstellbar
V...	Achse	einstellbar
W...	Achse	einstellbar
X... X=AC(...) X=IC(...)	Achse " absolut " inkremental	einstellbar
Y... Y=AC(...) Y=IC(...)	Achse	einstellbar
Z... Z=AC(...) Z=IC(...)	Achse	einstellbar
AR+=...	Öffnungswinkel	einstellbar
AP=...	Polarwinkel	einstellbar
CR=...	Kreisradius	einstellbar
RP=...	Polarradius	einstellbar
:...	Hauptsatz	fest

"fest"

Diese Adressbezeichner stehen für eine bestimmte Funktion zur Verfügung.

Maschinenhersteller

"einstellbar"

Diesen Adressen kann vom Maschinenhersteller über Maschinendatum ein anderer Name zugeordnet werden.

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:

```
N10 G01 F500 X10
N20 X10              ;Vorschub 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:

```
FA[U]=400            ;achsspezifischer Vorschub für Achse U
```

Erweiterte Adressen

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 oder aus einem in eckigen Klammern geschriebenen Variablenbezeichner und einem mit "="-Zeichen zugewiesenen arithmetischen Ausdruck.

Beispiel:

```
X7                  ;kein "=" erforderlich, 7 ist Wert, das Zeichen "=" ist aber
                    ;auch hier möglich
X4=20               ;Achse X4 ("=" erforderlich)
CR=7.3              ;2 Buchstaben ("=" erforderlich)
S1=470              ;Drehzahl für 1. Spindel 470 U/min
M3=5                ;Spindel-Halt für 3. Spindel
```

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

Die Zahl (Index) bei der erweiterten Adressschreibweise ist bei den Adressen M, H, S sowie bei SPOS und SPOSA durch eine Variable ersetzbar. Der Variablenbezeichner steht dabei in eckigen Klammern.

Beispiel:

```
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
```

Feste Adressen

Die folgenden Adressen sind fest eingerichtet:

Adresse	Bedeutung (Standardeinstellung)
D	Schneidennummer
F	Vorschub
G	Wegbedingung
H	Hilfsfunktion
L	Unterprogrammaufruf
M	Zusatzfunktion
N	Nebensatz
P	Programmdurchlaufzahl
R	Rechenparameter
S	Spindeldrehzahl
T	Werkzeugnummer
:	Hauptsatz

Beispiel für die Programmierung:

N10 G54 T9 D2

Feste Adressen mit Achserweiterung

Adresse	Bedeutung (Standardeinstellung)
AX	Achswert (variable Achsprogrammierung)
ACC	axiale Beschleunigung
FA	axialer Vorschub
FDA	axialer Vorschub für Handradüberlagerung
FL	axiale Vorschubbegrenzung
IP	Interpolationsparameter (variable Achsprogrammierung)
OVRA	axialer Override
PO	Polynom-Koeffizient
POS	Positionierachse
POSA	Positionierachse über Satzgrenze hinweg

Beispiel:

N10 POS[X]=100

Erklärung:

Bei der Programmierung mit Achserweiterung steht die zu verfahrende Achse in eckigen Klammern.

Die vollständige Liste aller fest eingestellten Adressen finden Sie im Anhang.

Einstellbare Adressen

Adressen können entweder als Adressbuchstabe (ggf. mit numerischer Erweiterung) oder als freie Bezeichner definiert werden.

Hinweis

Einstellbare Adressen müssen innerhalb der Steuerung eindeutig sein, d. h. derselbe Adressbezeichner darf nicht für unterschiedliche Adresstypen verwendet werden.

Als Adresstypen werden dabei unterschieden:

- Achswerte und Endpunkte
- Interpolationsparameter
- Vorschübe
- Überschleifkriterien
- Messen
- Achs- und Spindelverhalten
- …

Einstellbare Adressbuchstaben sind:

A, B, C, E, I, J, K, Q, U, V, W, X, Y, Z

Hinweis

Die Namen der einstellbaren Adressen können vom Anwender über Maschinendaten geändert werden.

Beispiel:

X1, Y30, U2, I25, E25, E1=90, …

Die numerische Erweiterung ist ein- oder zweistellig und immer positiv.

Adressbezeichner:

Die Adressschreibweise kann durch Hinzufügen weiterer Buchstaben ergänzt werden.

Beispiel:

```
CR                    ;z. B. für Kreisradius
XPOS
```

Operatoren/Rechenfunktionen

Operatoren und Rechenfunktion	Bedeutung
+	Addition
-	Subtraktion
*	Multiplikation
/	Division **Achtung**: (Typ INT)**/**(Typ INT)**=**(Typ REAL); z. B. 3/4 = 0.75
DIV	Division, für Variablentyp INT und REAL **Achtung**: (Typ INT)DIV(Typ INT)**=**(Typ INT); z. B. 3 DIV 4 = 0
MOD	Modulo-Division (nur für Typ INT) liefert Rest einer INT-Division, z. B. 3 MOD 4=3
:	Kettungsoperator (bei FRAME-Variablen)
Sin()	Sinus
COS()	Cosinus
TAN()	Tangens
ASIN()	Arcussinus
ACOS()	Arcuscosinus
ATAN2()	Arcustangens2
SQRT()	Quadratwurzel
ABS()	Betrag
POT()	Potenz (Quadrat)
TRUNC()	ganzzahliger Teil
ROUND()	Runden auf Ganzzahliges
LN()	natürlicher Logarithmus
EXP()	Exponentialfunktion

Vergleichs- und logische Operatoren

Vergleichs- und logische Operatoren	Bedeutung
==	gleich
<>	ungleich
>	größer
<	kleiner
>=	größer oder gleich
<=	kleiner oder gleich
AND	UND
OR	ODER
NOT	Negation
XOR	Exklusiv-ODER

In arithmetischen Ausdrücken kann durch runde Klammern die Abarbeitungsreihenfolge aller Operatoren festgelegt und damit von den normalen Prioritätsregeln abgewichen werden.

Wertzuweisungen

Den Adressen können Werte zugewiesen werden. Die Wertzuweisung erfolgt abhängig von der Art des Adressbezeichners unterschiedlich.

Ein "="-Zeichen zwischen dem Adressbezeichner und dem Wert muss geschrieben werden, wenn

- der Adressbezeichner aus mehr als einem Buchstaben besteht,
- der Wert aus mehr als einer Konstanten besteht.

Das "="-Zeichen kann entfallen, wenn der Adressbezeichner ein einzelner Buchstabe ist und der Wert aus nur einer Konstanten besteht. Vorzeichen sind erlaubt, Trennzeichen nach dem Adressbuchstaben zulässig.

Beispiel Wertzuweisungen

```
X10                ;Wertzuweisung (10) an die Adresse X, "=" nicht erforderlich
X1=10              ;Wertzuweisung (10) an eine Adresse (X) mit
                   ;numerischer Erweiterung (1), "=" erforderlich
FGROUP(X1, Y2)     ;Achsnamen aus Übergabeparametern
AXDATA[X1]         ;Achsname als Index beim Zugriff auf Achsdaten
AX[X1]=10          ;Indirekte Achsprogrammierung
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 den Adressbezeichner mit numerischer Erweiterung von einem Adressbuchstaben mit Wert zu unterscheiden.

Bezeichner

Die Wörter (nach DIN 66025) werden durch Bezeichner (Namen) ergänzt. Diese Ergänzungen besitzen innerhalb eines NC-Satzes die gleiche Bedeutung wie die Wörter. Bezeichner müssen eindeutig sein. Derselbe Bezeichner darf nicht für verschiedene Objekte verwendet werden.

Bezeichner können stehen für:

- Variable
  - Systemvariable
  - Anwendervariable
- Unterprogramme
- Schlüsselwörter
- DIN-Adressen mit mehreren Buchstaben
- Sprungmarken

Aufbau

Die Bezeichner werden aus maximal 32 Zeichen gebildet. Als Zeichen dürfen verwendet werden:

- Buchstaben
- Unterstriche
- Ziffern

Die ersten beiden Zeichen müssen Buchstaben oder Unterstriche sein, zwischen den einzelnen Zeichen dürfen keine Trennzeichen stehen (siehe folgende Seiten).

Beispiel:

CMIRROR, CDON

Hinweis

Reservierte Schlüsselwörter dürfen nicht als Bezeichner verwendet werden. Zwischen den einzelnen Zeichen sind keine Trennzeichen erlaubt.

Hinweis

Anzahl der Zeichen für die einzelnen Bezeichner

- Programmnamen: 24 Zeichen
- Achsbezeichner: 8 Zeichen
- Variablenbezeichner: 31 Zeichen

Regeln für die Vergabe von Bezeichnernamen

Zur Vermeidung von Namenskollisionen wird folgende Regelung getroffen:

- Alle Bezeichner, die mit "CYCLE" oder "_" beginnen, sind für SIEMENS-Zyklen reserviert.
- Alle Bezeichner, die mit "CCS" beginnen, sind für SIEMENS-Compile-Zyklen reserviert.
- Anwender-Compile-Zyklen beginnen mit "CC".
- Dem Anwender empfehlen wir, Bezeichnernamen zu wählen, die mit "U" (User) beginnen oder Unterstriche enthalten, da diese Bezeichner vom System, den Compile-Zyklen und SIEMENS-Zyklen nicht verwendet werden.

Weitere Reservierungen

- Der Bezeichner "RL" ist reserviert für konventionelle Drehmaschinen.
- Bezeichner, die mit "E_ " beginnen, sind bei EASY-STEP-Programmierung reseviert.

Variablen Bezeichner

Bei Variablen, die vom System benutzt werden, wird der erste Buchstabe durch das "$"-Zeichen ersetzt. Für anwenderdefinierte Variable darf dieses Zeichen nicht verwendet werden.

Beispiele (siehe "Liste der Systemvariablen"):

$P_IFRAME, $P_F

Bei Variablen mit numerischer Erweiterung sind führende Nullen ohne Bedeutung (R01 entspricht R1). Vor einer numerischen Erweiterung sind Trennzeichen erlaubt.

Feld-Bezeichner

Für Feld-Bezeichner gelten dieselben Regeln wie für elementare Variable. Die Adressierung von Rechenvariablen als Feld ist möglich.

Beispiel:

R[10]=…

Datentypen

Hinter einer Variablen kann ein Zahlenwert (bzw. mehrere) oder ein Zeichen (bzw. mehrere), z. B. ein Adressbuchstabe, verborgen sein.

Welcher Datentyp für die jeweilige Variable zulässig ist, wird bei der Definition der Variablen festgelegt. Für Systemvariable und vordefinierte Variable ist der Typ festgelegt.

Elementare Variablentypen/Datentypen sind:

Typ	Bedeutung	Wertebereich
INT	ganzzahlige (Integer-)Werte mit Vorzeichen	±(231 - 1)
REAL	Real-Zahlen (gebrochene Zahlen mit Dezimalpunkt, LONG REAL nach IEEE)	±(10-300 … 10+300)
BOOL	Wahrheitswerte: TRUE (1) und FALSE (0)	1, 0
CHAR	Zeichen ASCII, entsprechend Code	0 … 255
STRING	Zeichenkette, Zeichenzahl in […], maximal 200 Zeichen	Folge von Werten mit 0 … 255
AXIS	nur Achsnamen (Achsadressen)	alle im Kanal vorhandenen Achsbezeichner
FRAME	geometrische Angaben für Verschieben, Drehen, Skalieren, Spiegeln	

Gleiche elementare Typen können zu Feldern zusammengesetzt werden. Es sind maximal zweidimensionale Felder möglich.

Konstanten

Integer-Konstanten

Ganzzahliger Wert, mit oder ohne Vorzeichen, z. B. als Wertzuweisung an eine Adresse

Beispiele:

```
X10.25              ;Zuweisung des Wertes +10.25 an die Adresse X
X-10.25             ;Zuweisung des Wertes -.25 an die Adresse X
X0.25               ;Zuweisung des Wertes +0.25 an die Adresse X
X.25                ;Zuweisung des Wertes +0.25 an die Adresse X, ohne führende "0"
X=-.1EX-3           ;Zuweisung des Wertes -.1*10-3 an die Adresse X
```

Hinweis

Werden bei einer Adresse mit zulässiger Dezimalpunkteingabe nach dem Dezimalpunkt mehr Stellen geschrieben, als für diese Adresse vorgesehen sind, so wird sie auf die vorgesehene Stellenanzahl gerundet.

X0 kann nicht durch X ersetzt werden.

Beispiel:

G01 X0 nicht durch G01 X ersetzen!

Hexadezimal-Konstanten

Möglich sind auch Konstanten, die hexadezimal interpretiert werden. Dabei gelten die Buchstaben "A" bis "F" als hexadezimale Ziffern von 10 bis 15.

Hexadezimale Konstanten werden zwischen Hochkommata gesetzt und beginnen mit dem Buchstaben "H", gefolgt von dem hexadezimal geschriebenen Wert. Trennzeichen zwischen den Buchstaben und Ziffern sind erlaubt.

Beispiel für ein Maschinendatum (siehe auch "Programmieranleitung Arbeitsvorbereitung"):

```
$MC_TOOL_MANAGEMENT_MASK='H3C7F'          ;Zuweisung von Hexzahlen an
                                          ;Maschinendaten
```

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

Binär-Konstanten

Möglich sind auch Konstanten, die binär interpretiert werden. Dabei werden nur die Ziffern "0" und "1" verwendet.

Binäre Konstanten werden zwischen Hochkommata gesetzt und beginnen mit dem Buchstaben "B", gefolgt von dem binär geschriebenen Wert. Trennzeichen zwischen den Ziffern sind erlaubt.

Beispiel für ein Maschinendatum (siehe auch "Programmieranleitung Arbeitsvorbereitung"):

```
$MN_AUXFU_GROUP_SPEC='B10000001'          ;Zuweisung von Binärkonstanten an
                                          ;Maschinendaten Bit 0 und 7 sind gesetzt
```

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

Programmabschnitt

Ein Programmabschnitt besteht aus einem Hauptsatz und mehreren Nebensätzen.

Beispiele:

:10 D2 F200 S900 M3

N20 G1 X14 Y35

N30 X20 Y40

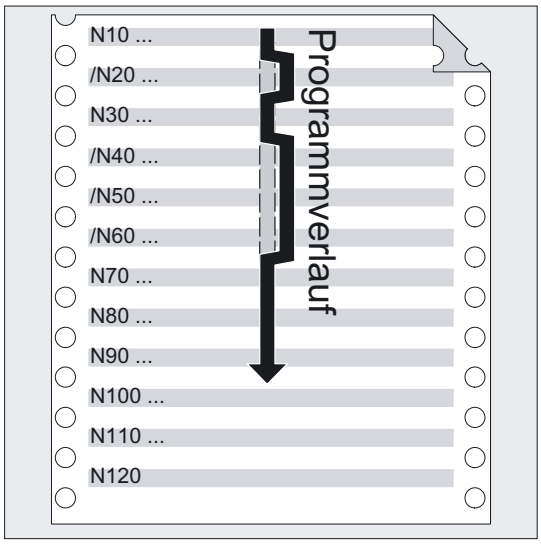
N40 Y-10

...

N100 M30

Sätze ausblenden

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



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 Sätze ausblenden

```
N10 …                          ;wird abgearbeitet
/N20 …                         ;ausgeblendet
N30 …                          ;wird abgearbeitet
/N40 …                         ;ausgeblendet
N70 …                          ;wird abgearbeitet
```

Es können bis zu 10 Ausblendebenenprogrammiert werden. Pro Teileprogrammsatz kann nur 1 Ausblendebene angegeben werden:

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

Maschinenhersteller

Wieviele Ausblendebenen nutzbar sind, ist abhängig von einem Anzeige-Maschinendatum.

Das Satzausblenden der Ausblendebenen /0 bis /9 wird über Bedienung im Bedienbereich Maschine (siehe /BAD, BEM/ Bedienungsanleitung HMI Advanced/Embedded, im Menü Programmbeeinflussung oder die Anpasssteuerung aktiviert.

Hinweis

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

Sprungziele (Labels)

Durch Definition von Sprungzielen (Labels) können innerhalb eines Programms Verzweigungen programmiert werden.

Label-Namen werden mit mindestens 2 und höchstens 32 Zeichen (Buchstaben, Ziffern, Unterstrich) vergeben. Die ersten beiden Zeichen müssen Buchstaben oder Unterstriche sein. Nach dem Label-Namen folgt ein Doppelpunkt (":").

Literatur:
/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Unterprogrammtechnik, Makrotechnik

Hinweis

Labels müssen innerhalb eines Programms eindeutig sein.

Labels stehen immer am Anfang eines Satzes. Wenn eine Programmnummer vorhanden ist, steht das Label unmittelbar nach der Satznummer.

Kommentare

Um ein NC-Programm verständlich und für andere(!) Programmierer als den Urheber zu gestalten, ist es empfehlenswert, sinnvolle Kommentare in das Programm einzufügen.

Kommentare stehen am Ende eines Satzes und werden durch Strichpunkt (";") vom Programmteil des NC-Satzes abgetrennt.

Beispiel Kommentare

```
N10 G1 F100 X10 Y20              ;Kommentar zur Erläuterung des NC-Satzes
oder
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.

Meldungen programmieren

Meldungen können programmiert werden, um dem Bediener während des Programmlaufs Hinweise auf die momentane Bearbeitungssituation zu geben.

Eine Meldung in einem NC-Programm wird erzeugt, indem nach dem Schlüsselwort "MSG" in runden Klammern "()" und Anführungszeichen der Meldetext geschrieben wird.
Eine Meldung kann durch "MSG ()" gelöscht werden.

Beispiel Meldungen aktivieren/löschen

```
N10 MSG ("Schruppen der Kontur")  ;Meldung aktivieren
N20 X… Y…
N …
N90 MSG ()                        ;Meldung aus N10 löschen
```

Hinweis

Ein Meldetext kann maximal 124 Zeichen lang sein und wird in zwei Zeilen angezeigt (2*62 Zeichen). Innerhalb eines Meldetextes können auch Inhalte von Variablen angezeigt werden.

Beispiel Meldetexte

```
N10 R12=$AA_IW [X]                ;Aktuelle Position der X-Achse in R12
N20 MSG ("Position der X-Achse"<<R12<<"prüfen")
N …
N90 MSG ()                        ;Meldung aus N20 löschen
oder
N20 MSG ("Position der X-Achse"<<$AA_IW[X]<<"prüfen")
```

Alarme setzen

Neben den Meldungen können in einem NC-Programm auch Alarme gesetzt werden. Diese werden in der Bildschirmanzeige in einem besonderen Feld dargestellt. Mit einem Alarm ist jeweils eine Reaktion der Steuerung entsprechend der Alarmkategorie verbunden.

Alarme werden programmiert, indem das Schlüsselwort "SETAL" und in runden Klammern folgend die Alarmnummer geschrieben wird.

Der gültige Bereich für Alarmnummern liegt zwischen 60 000 und 69 999, wovon 60 000 bis 64 999 für SIEMENS-Zyklen reserviert sind und 65 000 bis 69 999 für den Anwender zur Verfügung stehen.

Hinweis

Alarme werden stets in einem eigenen Satz programmiert.

Beispiel:

```
N100 SETAL (65000)                ;Alarm Nr. 65000 setzen
```

Welche Reaktion mit einem bestimmten Alarm verbunden ist, finden Sie in der Inbetriebnahmeanleitung.

Der Alarmtext muss im HMI projektiert werden.

Programmierbare Zyklenalarme

Zum vordefinierten Unterprogramm SETAL kann zur Alarmnummer zusätzlich eine Zeichenkette mit bis zu 4 Parametern angegeben werden.

Programmierung

SETAL(<alarmnummer> , <zeichenkette>)

Parameter

In diesen Parametern können variable Anwendertexte definiert werden. Es stehen aber auch vordefinierte Parameter mit folgender Bedeutung zur Verfügung:

%1 =	Kanalnummer
%2 =	Satznummer, Label
%3 =	Textindex für Zyklenalarme
%4 =	zusätzlichen Alarmparameter

2.3 Programmierung eines Beispielwerkstücks

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.

Programmierung

Übersichtliche Programme erweisen sich besonders dann als vorteilhaft, wenn später Änderungen vorgenommen werden sollen.

Da nicht jedes Teil identisch aussieht, ist es nicht sinnvoll, jedes Programm genau nach der selben Methode zu erstellen. Es gibt bestimmte Vorgehensweisen, die sich in den meisten Fällen als zweckmäßig erweisen. Nachfolgend wird eine Art "Checkliste" vorgestellt.

Vorgehensweisen

- **Werkstückzeichnung vorbereiten**
  - Werkstücknullpunkt festlegen
  - Koordinatensystem einzeichnen
  - Eventuell fehlende Koordinaten berechnen
- **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 evtl. diese Teilkonturen oder ähnliche, die mitverwendet werden können?
    Wo ist Nullpunktverschieben, Drehen, Spiegeln, Skalieren zweckmäßig oder notwendig (Frame-Konzept)?
- **Arbeitsplan aufstellen**

  Schrittweise alle Bearbeitungsvorgänge der Maschine festlegen, z. B.:
  - Eilgangbewegungen zum Positionieren
  - Werkzeugwechsel
  - Freifahren zum Nachmessen
  - Spindel, Kühlmittel ein-/ausschalten
  - Werkzeugdaten aufrufen
  - Zustellen
  - Bahnkorrektur
  - Anfahren an die Kontur
  - Wegfahren von der Kontur
  - etc.
- **Arbeitsschritte in die Programmiersprache übersetzen**
  - Jeden Einzelschritt als NC-Satz (bzw. NC-Sätze) aufschreiben.
- **Alle Einzelschritte zu einem Programm zusammenfassen**

2.4 Erstes Programmierbeispiel Fräsen

Erste Programmierschritte an der NC testen

Um folgendes Programmierbeispiel zu testen, gehen Sie an der NC folgendermaßen vor:

- Teileprogramm neu anlegen (Namen)
- Teileprogramm editieren
- Teileprogramm auswählen
- Einzelsatz aktivieren
- Teileprogramm starten

Literatur: Siehe Bedienungsanleitung

Hinweis

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

Maschinenhersteller

Damit das Programm auf der Maschine ablaufen kann, müssen Maschinendaten entsprechend gesetzt sein.

Literatur: /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme,.. (K2)

Beispiel

_FRAES1_MPF

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

2.5 Zweites Programmierbeispiel Fräsen

Programmierung eines Beispielwerkstücks

Das Programmierbeispiel beinhaltet Oberflächen- und Seitenfräsen sowie Bohren.

- Das Werkstück ist für die Bearbeitung auf einer **Vertikalfräsmaschine** vorgesehen.
- Die Bemaßung ist in Inch.

Maschinenhersteller

Damit das Programm auf der Maschine ablaufen kann, müssen Maschinendaten entsprechend gesetzt sein.

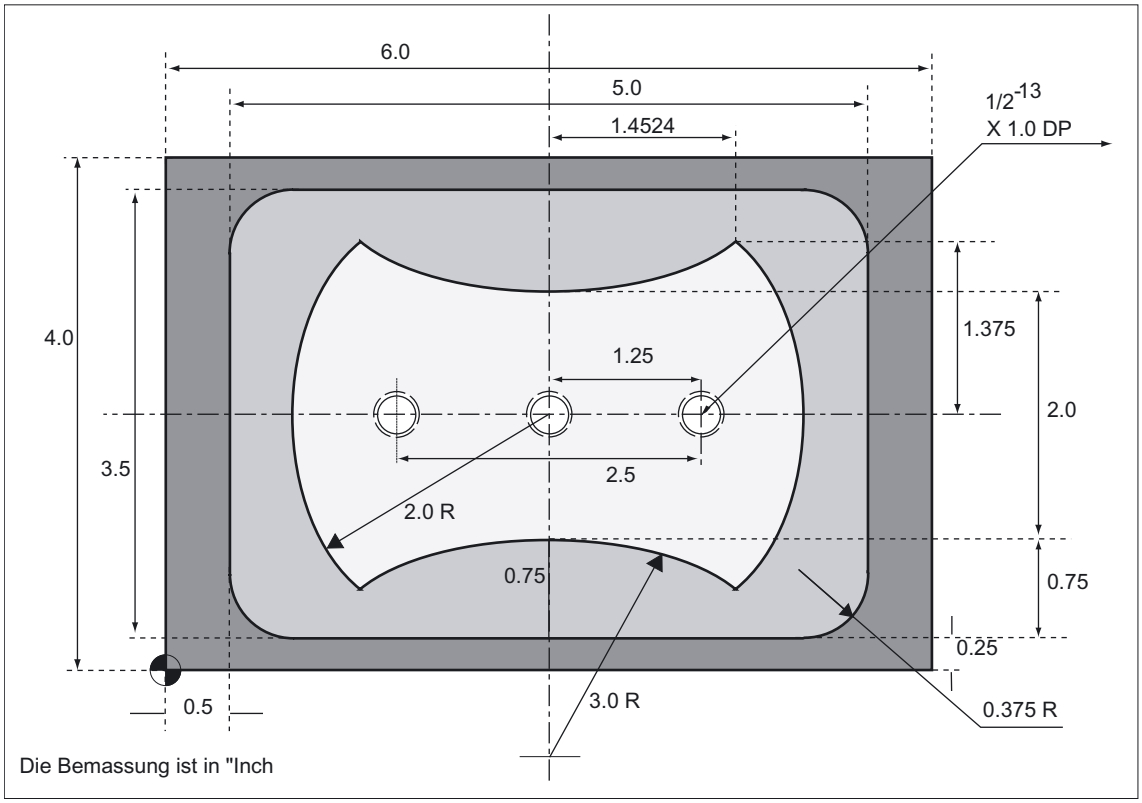
Literatur: /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme,.. (K2)

Beispiel

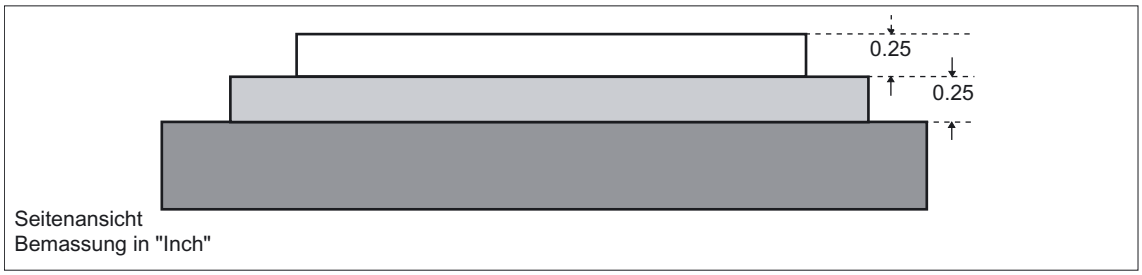
%_N_RAISED_BOSS_MPF

```
N005 MSG ("Achsen fahren auf die Werkzeugwechselposition")
N010 START01:SUPA G0 G70 Z0 D0
N015 SUPA X0 Y0
;********************Werkzeugwechsel********************
N020 MSG ("Werkzeugwechsel aktiv")
N025 T1 M6                        ;d = 3 Inch Stirnfräser
N030 MSG ()                       ;löscht die Meldung aus Satz N020
N035 MSG ("Stirnfräsen Z=0 Werkstückoberfläche")
N040 G0 G54 X-2 Y.6 S800 M3 M8
N045 Z1 D1
N050 G1 Z0 F50
N055 X8 F25
N060 G0 Y3.5
N065 G1 X-2
N070 SUPA G0 Z0 D0 M5 M9
;********************Werkzeugwechsel********************
N075 T2 M6                        ;d = 1 Inch Planfräser
MSG ("Seitenbearbeitung")
N080 G0 X-1 Y.25 S1200 M3 M8
N085 Z1 D1
N090 G1 Z-.5 F50
N095 G42 X.5 F30
N100 X5.5 RNDM=-.375              ;Rundung modal. Radius=0.375
N105 Y3.625
N110 X.5
N115 Y.25
N120 X=IC(.375) RNDM=0            ;Zur Kanten-Rundung benötigt
N125 G40 G0 Y-1 M5 M9             ;Eilgang zur Löschposition
N130 Z1
N135 X-1 Y0
N140 Z-.25
;********************Weiterhin 1 inch Fräser verwenden*****************
```

```
MSG ("Side Cut Top Boss")
N145 G01 G41 X1 Y2
N150 G2 X1.5476 Y3.375 CR=2
N155 G3 X4.4524 CR=3
N160 G2 Y.625 CR=2
N165 G3 X1.5476 CR=3
N170 G2 X1 Y2 CR=2
N175 G0 G40 X0
N180 SUPA G0 Z0 D0 M5 M9          ;Z fährt Werkzeugwechselposition an
N185 SUPA X0 Y0                   ;X und Y zur Werkzeugwechselposition
;********************Werkzeugwechsel********************
N190 T3 M6                        ;27/64 Bohrer
MSG ("Bohre 3 Löcher")
N195 G0 X1.75 Y2 S1500 M3 M8      ;erstes Bohrloch anfahren
N200 Z1 D1
N205 MCALL CYCLE81 (1,0,.1,-.5,)
N207 X1.75                        ;Bohre erstes Loch
N210 X3                           ;Bohre zweites Loch
N215 X4.25                        ;Bohre drittes Loch
N220 MCALL
N221 SUPA Z0 D0 M5 M9             ;Lösche modal Aufruf. Z-Achse fährt zum
                                  ;Maschinennullpunkt
N225 SUPA X0 Y0
MSG ()
N230 M30                          ;Programmende
```



Masszeichnung des Werkstückes "The Raised Boss" (nicht maßstabsgerecht).



2.6 Programmierbeispiel Drehen

Radiusprogrammmierung und Werkzeugradiuskorrektur

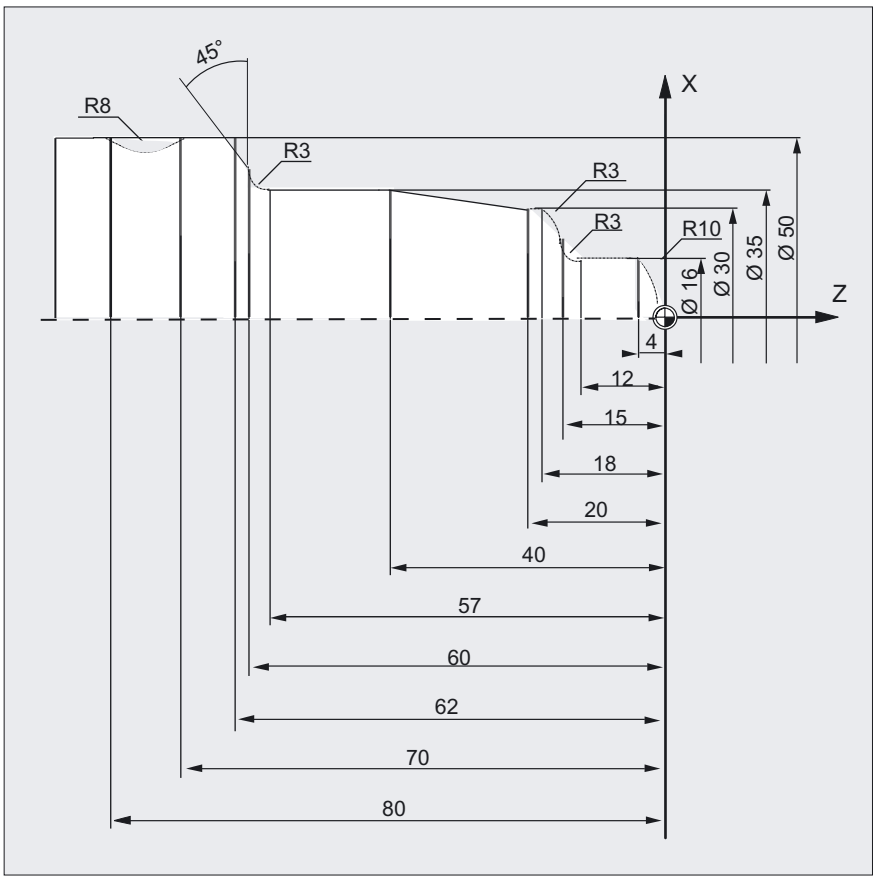
Das Programmierbeispiel beinhaltet Radiusprogrammierung und Werkzeugradiuskorrektur.

Beispiel

%_N_1001_MPF

```
N5 G0 G53 X280 Z380 D0           ;Startpunkt
N10 TRANS X0 Z250                ;Nullpunktverschiebung
N15 LIMS=4000                    ;Drehzahlbegrenzung (G96)
N20 G96 S250 M3                  ;konstante Schnittgeschwindigkeit anwählen
N25 G90 T1 D1 M8                 ;Werkzeuganwahl und Korrektur anwählen
N30 G0 G42 X-1.5 Z1              ;Werkzeug anstellen mit Werkzeugradiuskorrektur
N35 G1 X0 Z0 F0.25
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10           ;Radius 10 drehen
N45 G1 Z-12
N50 G2 X22 Z-15 CR=3             ;Radius 3 drehen
N55 G1 X24
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3           ;Radius 3 drehen
N65 G1 Z-20
N70 X35 Z-40
N75 Z-57
N80 G2 X41 Z-60 CR=3             ;Radius 3 drehen
N85 G1 X46
N90 X52 Z-63
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9       ;Werkzeugradiuskorrektur abwählen und
                                 ;Werkzeugwechselpunkt anfahren
```

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



Maschinenhersteller

Damit das Programm auf der Maschine ablaufen kann, müssen MDs entsprechend gesetzt sein.

Literatur: /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme,.. (K2)

Wegangaben

3

3.1 Allgemeine Hinweise

3.1.1 Maßangaben programmieren

In diesem Kapitel finden Sie die Beschreibungen zu den Befehlen, mit denen Sie aus einer Zeichnung entnommene Maßangaben direkt programmieren können. Dies hat den Vorteil, keine umfangreichen Berechnungen zur NC-Programmerstellung vornehmen zu müssen.

Hinweis

Die in diesem Kapitel beschriebenen Befehle stehen in den meisten Fällen am Anfang eines NC-Programms.

Die Zusammenstellung dieser Funktionen soll nicht zum Patentrezept erhoben werden. Beispielsweise kann die Wahl der Arbeitsebene durchaus auch an anderer Stelle im NC-Programm sinnvoll sein.

Vielmehr sollen Ihnen dieses und auch alle folgenden Kapitel als Wegweiser dienen, dessen roter Faden an der "klassischen" Struktur eines NC-Programms ausgerichtet ist.

Übersicht typischer Maßangaben

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

Bei der Umsetzung in ein NC-Programm ist es hilfreich, genau die Maßangaben einer Werkstückzeichnung in das Bearbeitungsprogramm zu übernehmen. Dies können sein:

- Absolutmaßangabe, G90 modal wirksam gilt für alle Achsen im Satz, bis auf Widerruf durch G91 in einem nachfolgenden Satz.
- Absolutmaßangabe, X=AC(Wert) nur dieser Wert gilt nur für die angegebene Achse und wird von G90/G91 nicht beeinflusst. Ist für alle Achsen und auch für Spindelpositionierungen SPOS, SPOSA und Interpolationsparameter I, J, K möglich.
- Absolutmaßangabe, X=DC(Wert) direkt Anfahren der Position auf den kürzesten Weg, nur dieser Wert gilt nur für die angegebene Rundachse und wird von G90/G91 nicht beeinflusst. Ist auch für Spindelpositionierungen SPOS, SPOSA möglich.
- Absolutmaßangabe, X=ACP(Wert) Anfahren der Position in positiver Richtung, nur dieser Wert ist nur für die Rundachse, deren Bereich im Maschinendatum auf 0...< 360° eingestellt ist.
- Absolutmaßangabe, X=ACN(Wert) Anfahren der Position in negativer Richtung, nur dieser Wert ist nur für die Rundachse, deren Bereich im Maschinendatum auf 0...< 360° eingestellt ist.
- Kettenmaßangabe, G91 modal wirksam gilt für alle Achsen im Satz, bis auf Widerruf durch G90 in einem nachfolgenden Satz.
- Kettenmaßangabe, X=IC(Wert) nur dieser Wert gilt nur für die angegebene Achse und wird von G90/G91 nicht beeinflusst. Ist für alle Achsen und auch für Spindelpositionierungen SPOS, SPOSA und Interpolationsparameter I, J, K möglich.
- Maßangabe Inch, G70 gilt für alle Linearachsen im Satz, bis auf Widerruf durch G71 in einem nachfolgenden Satz.
- Maßangabe Metrisch, G71 gilt für alle Linearachsen im Satz, bis auf Widerruf durch G70 in einem nachfolgenden Satz.
- Maßangabe Inch wie G70, gilt aber auch für Vorschub und längenbehaftete Settingdaten.
- Maßangabe Metrisch wie G71, gilt aber auch für Vorschub und längenbehaftete Settingdaten.
- Durchmesserprogrammierung, DIAMON ein
- Durchmesserprogrammierung, DIAMOF aus

Durchmesserprogrammierung, DIAM90 für Verfahrsätze mit G90. Radiusprogrammierung für Verfahrsätze mit G91.

3.2 Maßangaben absolut/relativ

3.2.1 Absolutmaßeingabe (G90, X=AC)

Funktion

Mit dem Befehl G90 bzw. der satzweisen Angabe AC legen Sie die Beschreibungssystematik für das Anfahren einzelner Achsen von Sollpositionen in Absolutmaßeingaben fest.

Sie programmieren, wohin das Werkzeug fahren soll.

Programmierung

```
G90
```

oder

```
X=AC(...) Y=AC(...) Z=AC(...)
```

Parameter

`G90`	`Bezugsmaßangabe absolut`
`X Y Z`	`Achsbezeichnungen der zu verfahrenden Achsen`
`=AC`	`Absolutmaßeingabe satzweise wirksam`

Hinweis

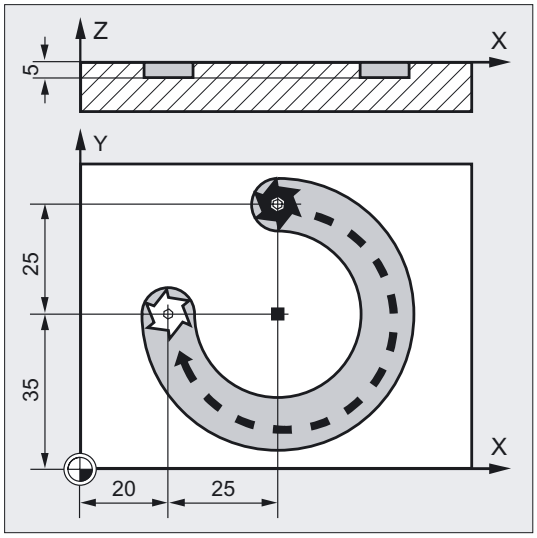
Der Befehl G90 ist modal wirksam.

Generell ist G90 für alle Achsen wirksam, die in den jeweils folgenden NC-Sätzen programmiert werden.

Beispiel Fräsen

Die Fahrwege werden in absoluten Koordinaten bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt eingegeben.

Zur Eingabe der Kreismittelpunktskoordinaten I und J siehe Kreisinterpolation G2/G3.

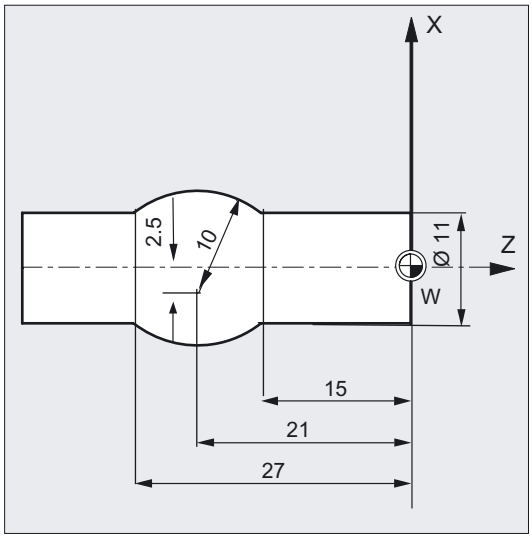



```
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3          ;Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf
                                           ;Position XYZ, Werkzeug, Spindel ein
                                           ;rechts
N20 G1 Z-5 F500                            ;Im Vorschub Zustellen des Werkzeugs
N30 G2 X20 Y35 I=AC(45) J=AC(35)           ;Kreismittelpunkt im Absolutmaß
N40 G0 Z2                                  ;Herausfahren
N50 M30                                    ;Satzende
```

Beispiel Drehen

Die Fahrwege werden in absoluten Koordinaten bezogen auf den Werkstück-Nullpunkt eingegeben.

Zur Eingabe der Kreismittelpunktskoordinaten I und J siehe Kreisinterpolation G2/G3.



```
N5 T1 D1 S2000 M3                          ;Werkzeug, Spindel ein rechts
N10 G0 G90 X11 Z1                          ;Absolutmaßeingabe, im Eilgang
                                           ;auf Position XYZ
N20 G1 Z-15 F0.2                           ;Im Vorschub Zustellen des Werkzeugs
N30 G3 X11 Z-27 I=AC(-5) K=AC(-21)         ;Kreismittelpunkt im Absolutmaß
N40 G1 Z-40                                ;Herausfahren
```

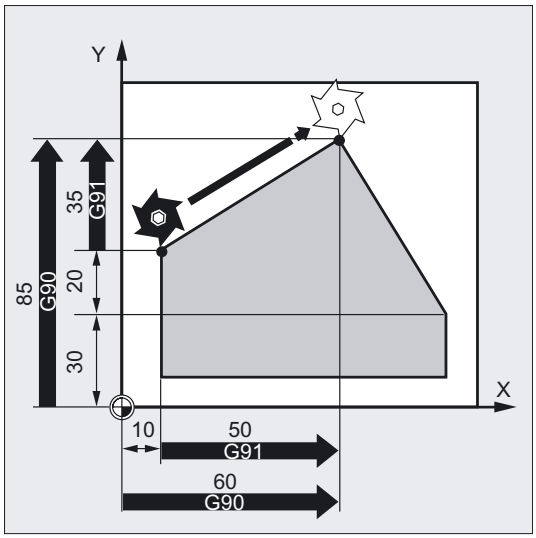
Beschreibung

Die Maßangabe bezieht sich auf den Nullpunkt des aktuell gültigen Koordinatensystems. Sie programmieren, wohin das Werkzeug fahren soll, z. B. im Werkstückkoordinatensystem.

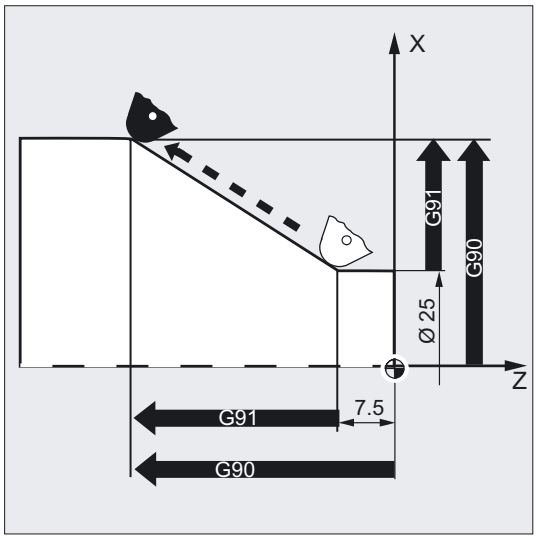
Satzweise wirksame Absolutmaßeingabe AC

Mit AC kann bei voreingestelltem Kettenmaß G91 satzweise für einzelne Achsen Absolutmaßeingabe eingestellt werden.

Fräsen:



Drehen:



Hinweis

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

Zur Maßangabe für Durchmesser oder Radius siehe Kreisinterpolation G2/G3.

3.2.2 Kettenmaßeingabe (G91, X=IC)

Funktion

Mit dem Befehl G91 bzw. der satzweisen Angabe IC legen Sie die Beschreibungssystematik für das Anfahren einzelner Achsen von Sollpositionen in Kettenmaßeingaben fest.

Sie programmieren, um wieviel das Werkzeug verfahren soll.

Programmierung

```
G91
```

oder

```
X=IC(...) Y=IC(...) Z=IC(...)
```

Parameter

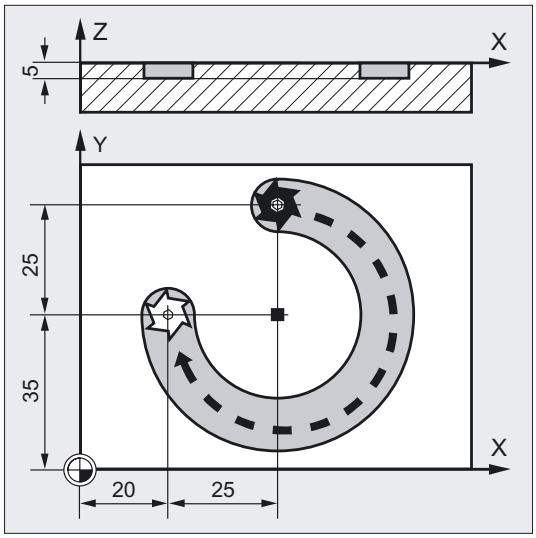
G91	Kettenmaßeingabe relativ
X Y Z	Achsbezeichnungen der zu verfahrenden Achsen
=IC	Kettenmaßeingabe (Inkrementell) satzweise wirksam

Beispiel Fräsen

Die Maßangabe bezieht sich auf den zuletzt angefahrenen Punkt.

Der Kreismittelpunktskoordinaten der Kreisinterpolation werden satzweise in absoluten Koordinaten angegeben, da standardmäßig der Kreismittelpunkt unbhängigig von G91 ist.

Zur Eingabe der Kreismittelpunktskoordinaten I und J siehe Kreisinterpolation G2/G3.

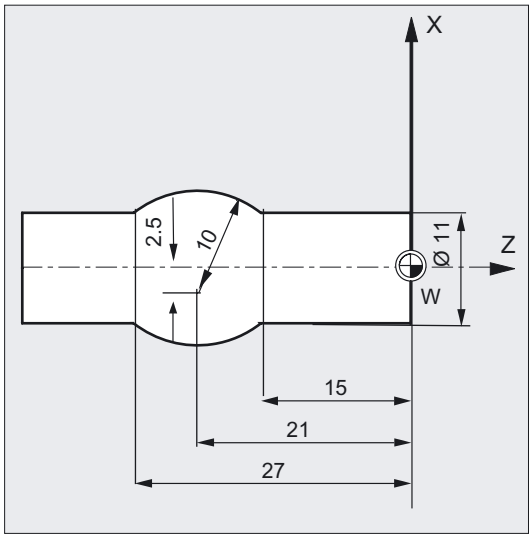



```
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3      ;Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf Position
                                        ;XYZ, Werkzeug, Spindel ein rechts
N20 G1 Z-5 F500                        ;Im Vorschub Zustellen des Werkzeugs
N30 G2 X20 Y35 I0 J-25)                ;Kreismittelpunkt im Kettenmaß
N40 G0 Z2                              ;Herausfahren
N50 M30                                ;Satzende
```

Beispiel Drehen

Die Maßangabe bezieht sich auf den zuletzt angefahrenen Punkt.

Zur Eingabe der Kreismittelpunktskoordinaten I und J siehe Kreisinterpolation G2/G3.




```
N5 T1 D1 S2000 M3                    ;Werkzeug, Spindel ein rechts
N10 G0 G90 X11 Z1                    ;Absolutmaßeingabe, im Eilgang auf
                                     ;Position XYZ
N20 G1 Z-15 F0.2                     ;Im Vorschub Zustellen des Werkzeugs
N30 G3 X11 Z-27 I-8 K-6              ;Kreismittelpunkt im Kettenmaß
N40 G1 Z-40                          ;Herausfahren
N50 M30                              ;Satzende
```

Beispiel ohne Herausfahren der aktiven Nullpunktverschiebung

- G54 enthalte eine Verschiebung in X um 25
- SD 42440: FRAME_OFFSET_INCR_PROG = 0

```
N10 G90 G0 G54 X100
N20 G1 G91 X10                       ;fahren X um 10 mm, die Korrektur wird
                                     ;nicht gefahren
N30 G90 X50                          ;fahren auf Position X75, die Korrektur
                                     ;wird gefahren
```

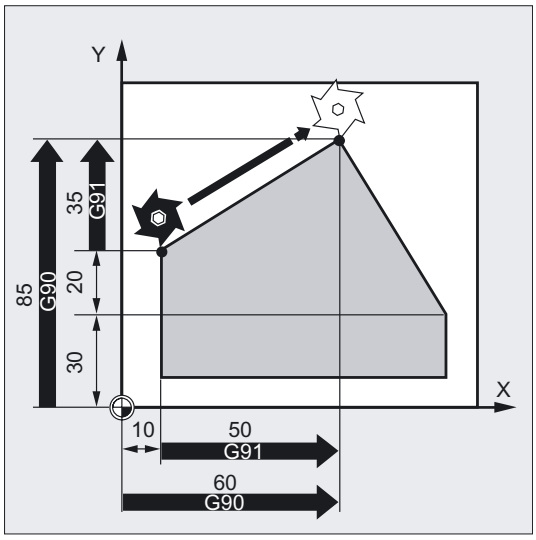
Beschreibung

Die Maßangabe bezieht sich auf den zuletzt angefahrenen Punkt. Sie programmieren, um wieviel das Werkzeug verfahren soll.

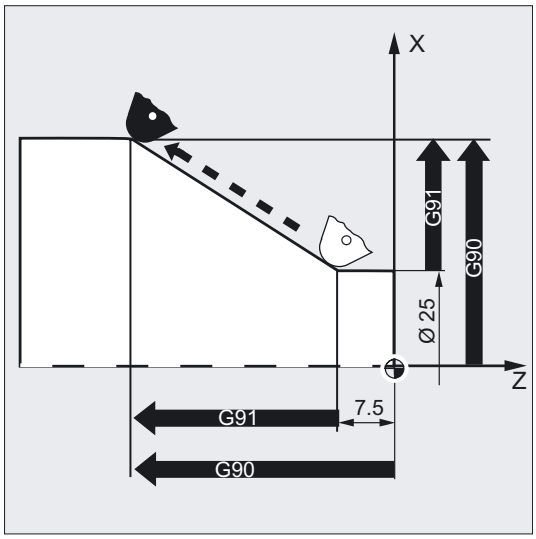
Satzweise wirksame Kettenmaßeingabe IC

Mit IC kann bei voreingestelltem Absolutmaß G90 satzweise für einzelne Achsen Kettenmaßeingabe eingestellt werden.

Fräsen:



Drehen:



Hinweis

An konventionellen Drehmaschinen ist es üblich inkrementelle Verfahrsätze in der Planachse als Radiuswerte zu betrachten, während Durchmesserangaben für die Bezugsmaße gelten. Diese Umstellung für G91 erfolgt mit den Befehlen DIAMON, DIAMOF bzw. DIAM90.

Zur Maßangabe für Durchmesser oder Radius siehe Kreisinterpolation G2/G3.

G91-Erweiterung

Für Anwendungen wie Ankratzen ist es erforderlich, im Kettenmaß nur den programmierten Weg zu fahren. Die aktive Nullpunktverschiebung oder Werkzeugkorrektur wird nicht gefahren. Dies kann über Settingdaten getrennt eingestellt werden.

Kettenmaßeingabe ohne Herausfahren der aktiven Werkzeugkorrektur

Die aktive Werkzeugkorrektur wird nicht gefahren, wenn das Settingdatum SD 42442: TOOL_OFFSET_INCR_PROG = 0 ist.

Kettenmaßeingabe ohne Herausfahren der aktiven Nullpunktverschiebung

Die aktive Nullpunktverschiebung wird nicht gefahren, wenn das Settingdatum SD 42440: FRAME_OFFSET_INCR_PROG = 0 ist.

3.3 Absolutmaßangabe für Rundachsen (DC, ACP, ACN)

Mit den genannten Parametern können Sie für die Positionierung von Rundachsen die gewünschte Anfahrstrategie vorgeben.

Programmierung

```
A=DC(…) B=DC(…) C=DC(…)
```

oder

```
A=ACP(…) B=ACP(…) C=ACP(…)
```

oder

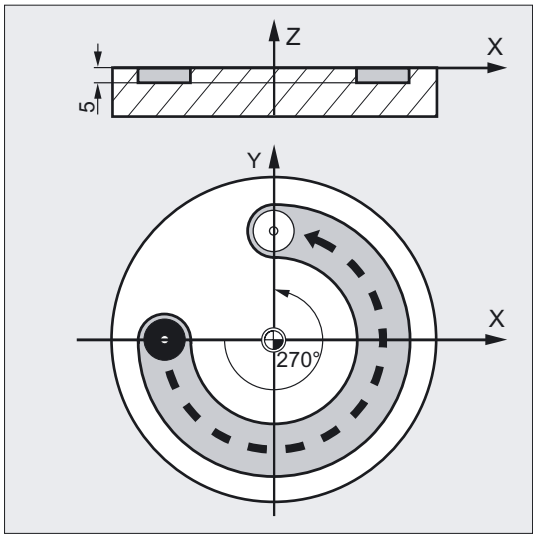
```
A=ACN(…) B=ACN(…) C=ACN(…)
```

Parameter

A B C	Achsbezeichnung der Rundachse, die verfahren werden soll
DC	Absolutmaßangabe, Position direkt anfahren
ACP	Absolutmaßangabe, Position in positiver Richtung anfahren
ACN	Absolutmaßangabe, Position in negativer Richtung anfahren

Beispiel Fräsen

Bearbeitung auf einem Rundtisch: Das Werkzeug steht, der Tisch dreht sich um 270° **im Uhrzeigersinn**. Dabei entsteht eine Kreisnut.




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

Absolutmaßeingabe mit DC

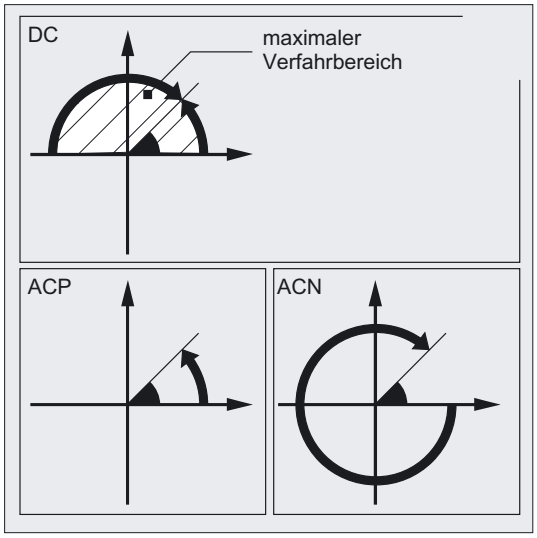
Die Rundachse fährt die in absoluten Koordinaten programmierte Position auf direktem, kürzestem Weg an. Die Rundachse verfährt maximal in einem Bereich von 180°.

Absolutmaßeingabe mit ACP

Die Rundachse fährt die in absoluten Koordinaten programmierte Position in positiver Achsdrehrichtung (Gegenuhrzeigersinn) an.

Absolutmaßeingabe mit ACN

Die Rundachse fährt die in absoluten Koordinaten programmierte Position in negativer Achsdrehrichtung (Uhrzeigersinn) an.



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.

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

Alle Befehle sind satzweise wirksam.

DC, ACP und ACN können Sie auch bei der Spindelpositionierung aus dem Stillstand nutzen.

Beispiel: SPOS=DC(45)

3.4 Maßangaben inch/metrisch (G70/G700, G71/G710)

Funktion

Je nach den Maßeintragungen in der Fertigungszeichnung können Sie werkstückbezogene geometrische Angaben wechselweise in metrischen oder Inch-Maßen programmieren.

Programmierung

Aufruf

`G70` bzw. `G71`

`G700` bzw. `G710`

Parameter

G70	Inch-Maßangabe (Länge [inch])
G71	Metrische Maßangabe (Länge [mm])
G700	Inch-Maßangabe (Länge [inch]; Vorschub [inch/min]
G710	Metrische Maßangabe (Länge [mm]; Vorschub F [mm/min])

G700/G710

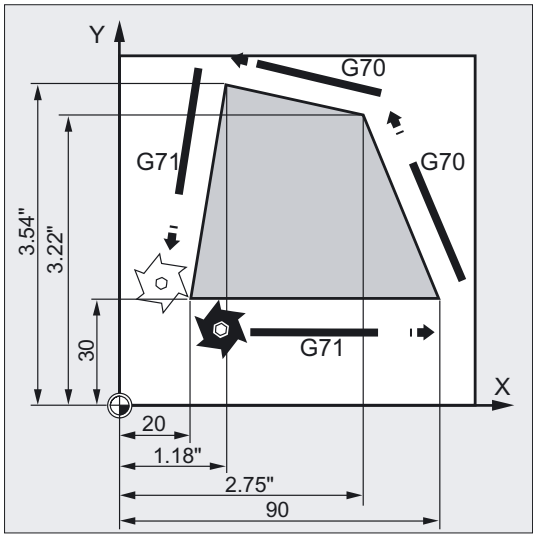
Die Funktionalität von G70/G71 wurde mit G700/G710 erweitert. Hierbei werden zusätzlich zu den geometrischen Angaben auch die Technologieangaben, wie Vorschübe F, während einer Teileprogrammabarbeitung in dem über G700/G710 eingestellten Maßsystem interpretiert.

Bei der Verwendung von G700/G710 werden von der Steuerung sämtliche Vorschübe im Gegensatz zu G70/G71 im programmierten Maßsystem interpretiert.

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

Beispiel Fräsen

Wechsel zwischen Inch-Eingabe und metrischer Maßangabe bei Grundeinstellung metrisch (G70/G71).




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

Beschreibung

G70 bzw. G71

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

Beispiele

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

Hinweis

Alle übrigen Angaben wie z. B. Vorschübe, Werkzeugkorrekturen oder einstellbare Nullpunktverschiebungen werden (bei Verwendung G70/G71) in der Grundeinstellung des Maßsystems (MD 10240: SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) interpretiert.

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

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

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

Literatur:
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Geschwindigkeiten, Soll-/Istwertsystem, Regelung (G2), Kapitel "Metrisch/Inch-Maßsystem"

Synchronaktionen

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

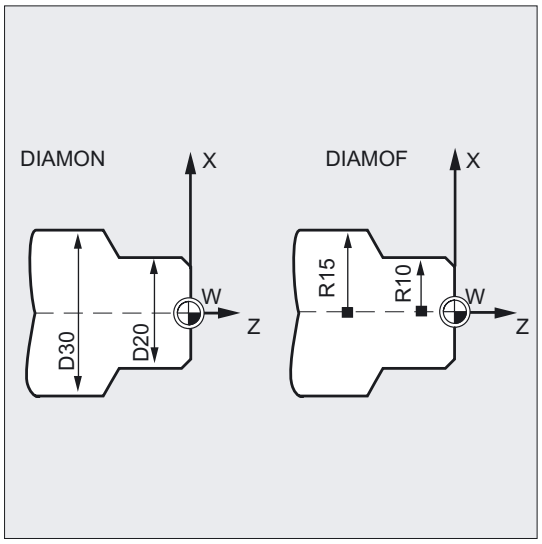
Literatur:
/PGA/, Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Bewegungssynchronaktionen"
/FBSY/ Funktionsbeschreibung Synchronaktionen.

3.5 Spezielle Drehfunktionen

3.5.1 Maßangaben für Radius, Durchmesser im Kanal (DIAMON/OF, DIAM90)

Funktion

Mit der freien Wahl zwischen Durchmesser- und Radiusangaben können Sie die Maßangaben ohne Umrechnung direkt aus der technischen Zeichnung übernehmen.



Nach dem Einschalten von

- DIAMON erfolgt unabhängig von der Verfahrart (G90/G91) die Maßangabe für die Planachse festgelegte Planachse im Durchmesser.
- DIAM90 erfolgt abhängig von der Verfahrart (G90/G91) die Maßangabe bei G90 im Durchmesser bzw. bei G91 im Radius.
- 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].

Maschinenhersteller

Über ein vom Maschinenhersteller projektierbares Maschinendatum kann eine Geometrieachse als Planachsen für kanalspezifische Durchmesserprogrammierungen zugelassen werden.

Programmierung

Kanalspezifische modale Umschaltung zwischen Durchmesser- und Radiusprogrammierung

```
DIAMON
```

oder

```
DIAMOF
```

oder

```
DIAM90
```

Parameter

Durchmesser/Radius modal	**Bezugsmaßangabe (G90)**	**Kettenmaßangabe (G91)**
DIAMON	Durchmesser	Durchmesser
DIAM90	Durchmesser	Radius
DIAMOF	Radius	Radius
	(Grundeinstellung siehe Maschinenhersteller)	

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]
  siehe /PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung;
  Kapitel Spezielle Wegbefehle und Bewegungssynchronaktionen

Beispiel

```
N10 G0 X0 Z0                          ;Startpunkt anfahren
N20 DIAMOF                            ;Durchmessereingabe aus
N30 G1 X30 S2000 M03 F0.7             ;X-Achse = Planachse; Radiusangabe aktiv
                                      ;Fahren auf Radius-Position X30
N40 DIAMON                            ;alle Achse mit $MA_BASE_FUNCTION_MASK
                                      ;Durchmesserangabe aktiv,
N50 G1 X70 Z-20                       ;Fahren auf Durchmesserposition X70 und
                                      ;Z-20
N60 Z-30
N70 DIAM90                            ;Durchmesserprogrammierung für Bezugsmaß
                                      ;und Radiusprogrammierung für Kettenmaß
N80 G91 X10 Z-20                      ;Kettenmaß
N90 G90 X10                           ;Bezugsmaß
N100 M30                              ;Programmende
```

Funktion

Zusätzlich zur kanalspezifischen Durchmesserprogrammierung ermöglicht die achsspezifische Durchmesserprogrammierung für eine oder mehrere Achsen die Maßangabe und Anzeige im Durchmesser.

Maßangaben können auch für mehrere im Kanal bekannte Achsen gleichzeitig angezeigt werden.

Nach dem Einschalten von

- DIAMON[Achse] erfolgt die unabhängig von der Verfahrart (G90/G91 bzw. AC/IC) die Maßangabe für die angegebene Achse im Durchmesser.
- DIAM90[Achse] erfolgt abhängig von der Verfahrart (G90/G91 bzw. AC/IC) die Maßangabe für die angegebene Achse bei G90/AC im Durchmesser bzw. bei G91/IC im Radius.
- DIAMON[Achse] oder DIAM90[Achse] werden die Istwert 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].

Maschinenhersteller

Über ein vom Maschinenhersteller projektierbares Maschinendatum können achsspezifische modale und ebenso aktionsweise Durchmesserprogrammierungen zugelassen werden. Bitte beachten Sie die Angaben des Maschinenherstellers.

Programmierung

Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierung für mehrere Planachsen im Kanal

`DIAMONA[Achse]`

oder

`DIAM90A[Achse]`

oder

`DIAMOFA[Achse]`

Kanalspezifische Übernahme Durchmesserprogrammierung

`DIAMCHANA[Achse]`

oder

`DIAMCHAN`

Achsspezifische aktionsweise nichtmodale Durchmesser-/Radiusprogrammierung

Modale Einstellungen können achsspezifisch nicht modal verändert werden mit:

Durchmesserprogrammierung satzweise absolut oder relativ

`DAC` oder `DIC`

oder

Radiusprogrammierung satzweise absolut oder relativ

`RAC` oder `RIC`

Parameter

Durchmesser/Radius modal	**Bezugsmaßangabe (G90)**	**Kettenmaßangabe (G91)**
DIAMONA[Achse]	Durchmesser achsspezifisch	Durchmesser achsspezifisch
DIAM90A[Achse]	Durchmesser achsspezifisch	Radius achsspezifisch
DIAMOFA[Achse]	Radius achsspezifisch	Radius achsspezifisch
	(Grundeinstellung siehe Maschinenhersteller)	
Achse	Die angegeben Achse muss eine im Kanal bekannte Achse sein. Zugelassene Achsbezeichner sind: Geometrie-/Kanalachsname oder Maschinenachsname.	
	Hinweis: Rundachsen sind als Planachsen nicht zugelassen.	
Übernahme der kanalspezifischen Durchmesserprogrammierung		
DIAMCHANA[Achse]	Die angegebene Achse übernimmt den Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung.	
DIAMCHAN	Alle Achsen mit $MA_BASE_FUNCTION_MASK gesetzten Bit für Durchmesserprogrammierung übernehmen den Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung.	
Achsspezifische nichtmodale bzw. aktionsweise Durchmesserprogrammierung		
Legt die Art der Maßangabe als Durchmesser- oder Radiuswert im Teileprogramm und Synchronaktionen fest. Der modale Zustand der Durchmesserprogrammierung wird nicht verändert.		
DAC	Durchmesserprogrammierung achsspez. satzweise absolut	
DIC	Durchmesserprogrammierung achsspez. satzweise relativ	
RAC	Radiusprogrammierung achsspezifisch satzweise absolut	
RIC	Radiusprogrammierung achsspezifisch satzweise relativ	

Durchmesserwerte (DIAMONA[AX]/DIAM90A[AX])

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]
  siehe /PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung;
  Kapitel Spezielle Wegbefehle und Bewegungssynchronaktionen ")

Hinweis

Achsspezifische Übernahme Durchmesserprogrammierung im anderen Kanal

Beim Achstausch wird eine zusätzliche Planachse aufgrund einer GET Anforderung mit RELEASE [Achse] der Zustand Durchmesserprogrammierung im anderen Kanal übernommen.

Beispiel für achsspezifische modale Durchmesserprogrammierungen

```
;X ist Planachse im Kanal, für Y ist achsspezifische Durchmesserprogrammierung
zugelassen:
N10 G0 X0 Z0 DIAMON           ;Durchmesserprogrammierung für X aktiv
N15 DIAMOF                    ;kanalspezifische Durchmesserprogrammierung aus
N20 DIAMONA[Y]                ;achsspezifische Durchmesserprogrammierung ein für Y
N25 X200 Y100                 ;Radiusprogrammierung aktiv für X
N30 DIAMCHANA[Y]              ;Y übernimmt den Zustand der kanalspezifischen
                              ;Durchmesserprogrammierung und ist dieser unterstellt
N35 X50 Y100                  ;Radiusprogrammierung aktiv für X und Y
N40 DIAMON
N45 X50 Y100                  ;Durchmesserprogrammierung aktiv für X und Y
```

Beispiel für achsspezifische satzweise Durchmesserprogrammierungen

```
;X ist Planachse im Kanal, für Y ist achsspezifische Durchmesserprogrammierung
zugelassen:
N10 DIAMON                      ;Durchmesserprogrammierung für X und Y aktiv
N15 G0 G90 X20 Y40 DIAMONA[Y]   ;kanalspezifische Durchmesserprogrammierung aus
N20 G01    X=RIC(5)             ;X Kettenmaß im Radius satzweise wirksam
N25        X=RAC(80)            ;X Bezugsmaß im Radius satzweise wirksam
N30 WHEN $SAA_IM[Y]> 50 DO POS[X]=RIC(1)      ;X ist Kommandoachse mit Kettenmaß
                                              ;im Radius
N40 WHEN $SAA_IM[Y]> 60 DO POS[X]=DAC(10)     ;X ist Kommandoachse mit Bezugsmaß
                                              ;im Durchmesser
N50 G4 F3
```

Beschreibung

Kanalspezifische Durchmesserprogrammierung DIAMCHANA[AX], DIAMCHAN

Mit der Anweisung DIAMCHANA[AX] bzw. DIAMCHAN übernimmt die angegebene Achse bzw. übernehmen alle Planachsen für die achsspezifische Durchmesserprogrammierung den aktiven Zustand der kanalspezifischen Durchmesserprogrammierung und werden in Folge der kanalspezifischen Durchmesserprogrammierung unterstellt.

Achsspezifische nichtmodale/aktionsweise Durchmesserprogrammierung DAC, DIC, RAC, RIC

Die Anweisungen legen satzweise die Art der Maßangabe als Radius– oder Durchmesserwert fest. Der modale Zustand der Durchmesserprogrammierung z.B. für die Anzeige oder Systemvariablen wird dabei nicht verändert.

Diese Anweisungen sind für alle Befehle zugelassen, für die die kanalspezifische Durchmesserprogrammierung berücksichtigt wird:

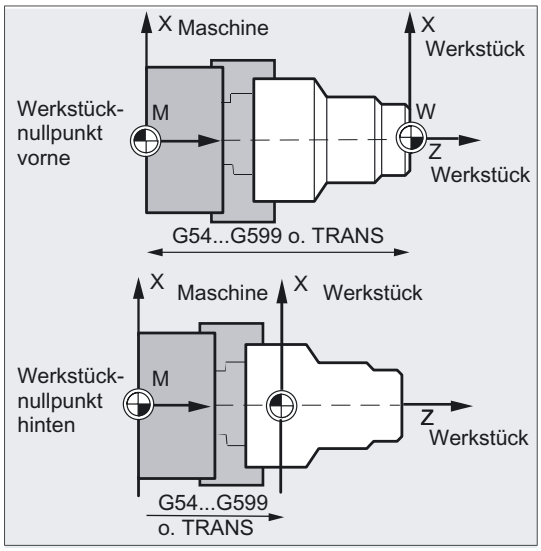
- Achsposition: X..., POS, POSA
- Pendeln: OSP1, OSP2, OSS, OSE, POSP
- Interpolationsparameter: I, J, K
- Konturzug: Gerade mit Winkelangabe

- Schnellabheben: POLF[AX]
- Verfahren in Werkzeugrichtung: MOVT
- Weiches An– und Abfahren:
  G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341

3.5.2 Lage des Werkstückes

Funktion

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



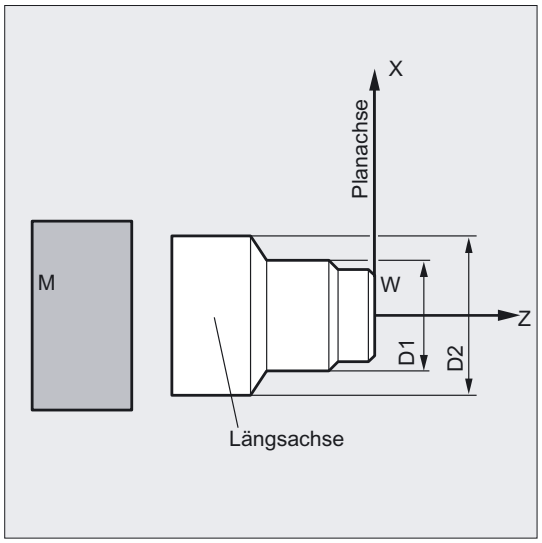
Nullpunkte

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

Koordinatensystem

Für die Planachse erfolgen die Maßangaben im allgemeinen als Durchmesserangaben (doppeltes Wegmaß gegenüber den anderen Achsen).

Welche Geometrieachse als Planachse dient, ist im Maschinendatum festzulegen.



Parameter

G54 bis G599 oder TRANS	Aufruf für die Lage des Werkstück-Nullpunkts
M	Maschinennullpunkt
W	Werkzeugnullpunkt
Z-Achse	Längsachse
X-Achse	Planachse

Die beiden aufeinander senkrecht stehenden Geometrieachsen werden üblicherweise bezeichnet als:

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

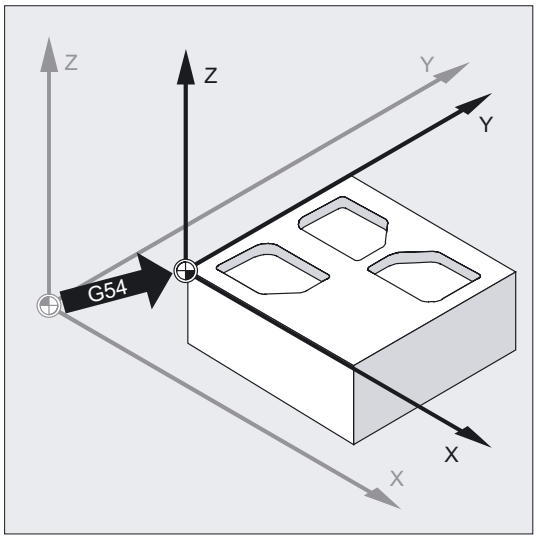
3.6 Nullpunktverschiebung, Frame (G54 bis G57, G505 bis G599, G53, G500/SUPA)

Funktion

Über die einstellbare Nullpunktverschiebung wird in allen Achsen der Werkstück-Nullpunkt bezogen auf den Nullpunkt des Basis-Koordinatensystems eingerichtet.

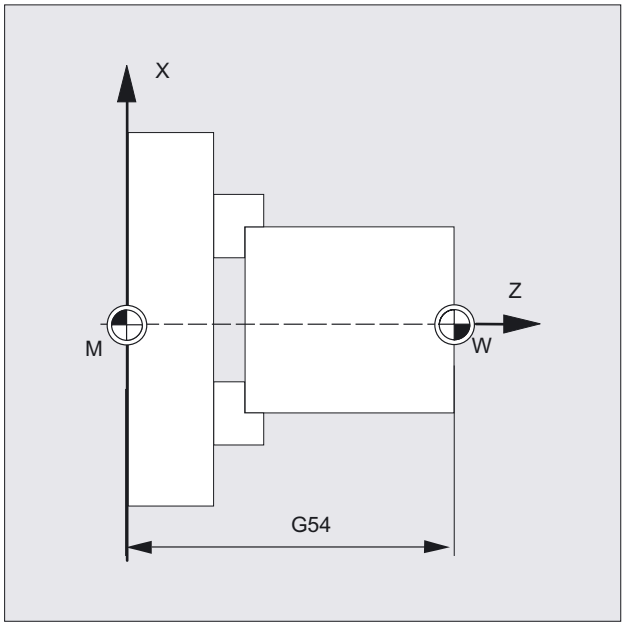
Damit ist es möglich, z. B. für verschiedene Vorrichtungen, Nullpunkte programmübergreifend per G-Befehl aufzurufen.

Fräsen:



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

Drehen:



Programmierung

Aufruf

G54

oder

G55

oder

G56

oder

G57

oder

G505 … G599

Ausschalten

G53

oder

G500

oder

SUPA

oder

G153

Parameter

G54 bis G57	Aufruf der zweiten bis fünften einstellbaren NV/Frame
G505 ... G599	Aufruf der 6. bis 99. einstellbaren Nullpunktverschiebung
G53	Satzweises Ausschalten der aktuellen einstellbaren Nullpunktverschiebung und der programmierbaren NV
G500	G500=Nullframe, Standardeinstellung, (enthält keine Verschiebung, Drehung, Spiegelung oder Skalierung) Ausschalten der einstellbaren Nullpunktverschiebungen/Frames (G54 bis G599) bis zum nächsten Aufruf, Aktivierung des Gesamtbasisframes ($P_ACTBFRAME). G500 ungleich 0 Aktivierung der ersten einstellbaren Nullpunktverschiebung/Frames ($P_UIFR[0]) und Aktivierung des Gesamtbasisframes ($P_ACTBFRAME) bzw. ein evtl. geänderter Basisframe wird aktiviert.
SUPA	Satzweises Ausschalten, einschließlich programmierter Verschiebungen, Handradverschiebungen (DRF), externer Nullpunktverschiebung und PRESET-Verschiebung.
G153	Satzweises Unterdrücken des einstellbaren, des programmierbaren und des Gesamt-Basisframes

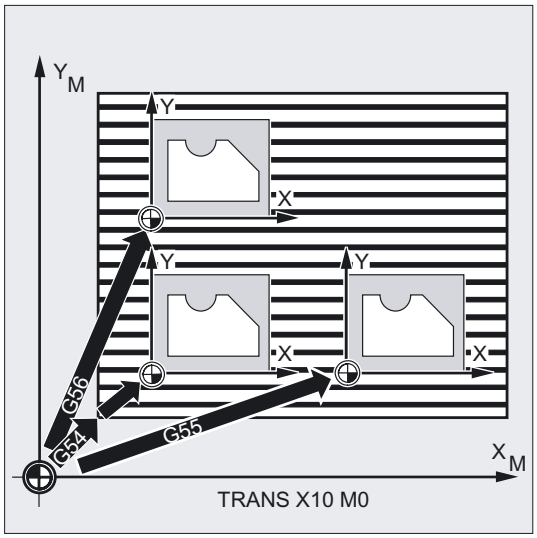
Weitere Hinweise siehe Kapitel Frames.

Verschiebung des Nullpunkts im kartesischen Koordinatensystem über Frames wie

- programmierbare Nullpunktverschiebung, z. B. TRANS, ATRANS
- programmierbare Drehungen, z. B. ROT, AROT
- programmierbare Skalierungen, z. B. SCALE, ASCALE
- programmierbare Spiegelungen, z. B. MIRROR, AMIRROR

Beispiel

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



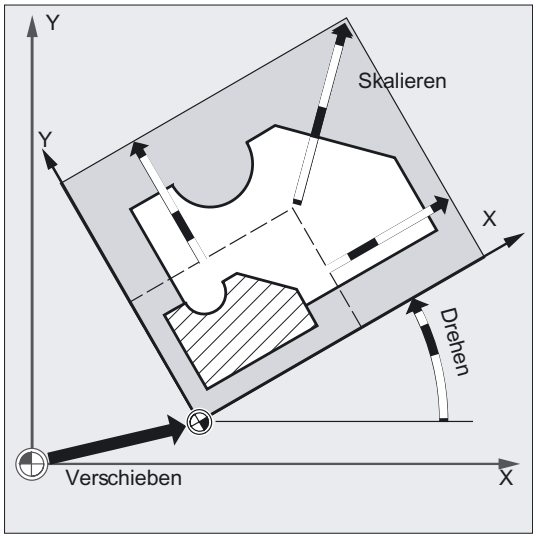

```
N10 G0 G90 X10 Y10 F500 T1              ;Anfahren
N20 G54 S1000 M3                        ;Aufruf der ersten Nullpunktverschiebung,
                                        ;Spindel rechts
N30 L47                                 ;Programmlauf, hier als Unterprogramm
N40 G55 G0 Z200               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

Beschreibung

Verschiebewerte einstellen

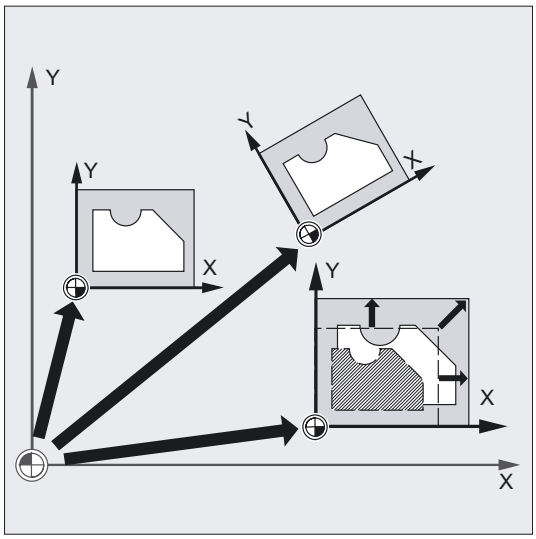
Über die Bedientafel oder über Universalschnittstelle geben Sie in die steuerungsinterne Nullpunktverschiebungstabelle folgende Werte ein:

- Koordinaten für die Verschiebung,
- Winkel bei gedrehter Aufspannung und
- falls notwendig Skalierungsfaktoren.



Nullpunktverschiebung G54 bis G57 einschalten

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



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

Hinweis

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

Weitere einstellbare Nullpunktverschiebungen, G505 bis G599

Hierfür stehen die Befehlsnummern G505 bis G599 zur Verfügung. So können Sie bei Bedarf über die vier voreingestellten Nullpunktverschiebungen G54 bis G57 hinaus über Maschinendatum insgesamt 100einstellbare Nullpunktverschiebungen im Nullpunktspeicher anlegen.

Nullpunktverschiebung ausschalten

Mit dem Befehl **G500** wird die erste einstellbare Nullpunktverschiebung einschließlich Basisverschiebung eingeschaltet, d. h. bei einer Vorbelegung als Nullframe wird die aktuelle einstellbare NV ausgeschaltet.

G53 unterdrückt satzweise die programmierbare und einstellbare Verschiebung.

G153 wirkt wie G53 und unterdrückt darüber hinaus den Gesamt-Basisframe.

SUPA wirkt wie G153 und unterdrückt darüber hinaus die DRF-Verschiebung, überlagerte Bewegungen und externe NV.

Hinweis

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

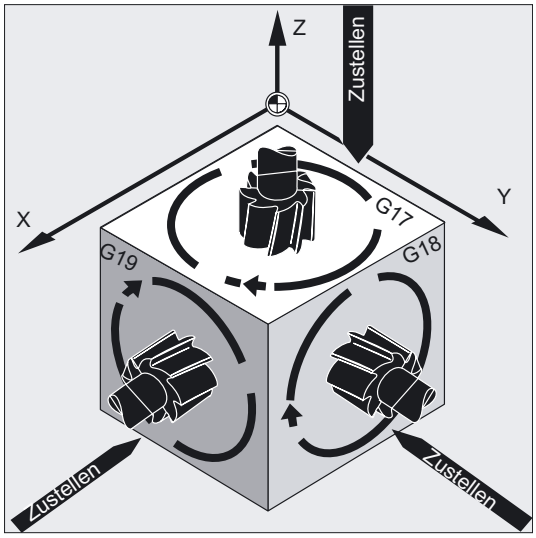
Mehr Informationen zur programmierbaren Nullpunktverschiebung siehe Kapitel Frames "Programmierbare Nullpunktverschiebung"

3.7 Wahl der Arbeitsebene (G17 bis G19)

Funktion

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

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



Programmierung

Aufruf

```
G17
```

oder

```
G18
```

oder

```
G19
```

Parameter

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 "Werkzeugkorrekturen") muss die Arbeitsebene angegeben werden, damit die Steuerung Werkzeuglänge und -radius korrigieren kann.

Beispiel Fräsen

Die "klassische" Vorgehensweise mit Fräswerkzeug:

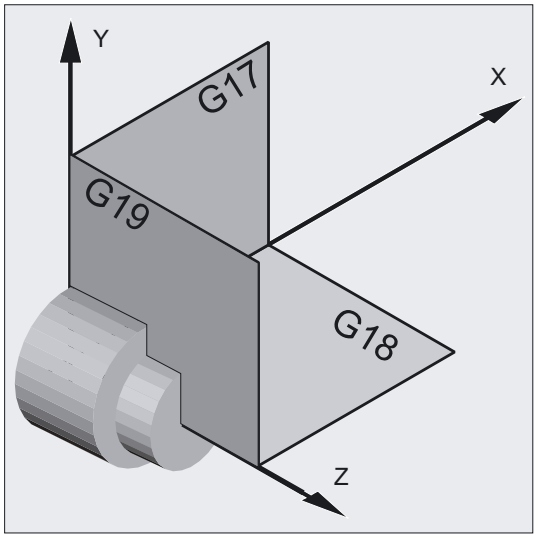
- Arbeitsebene (G17 Grundeinstellung für Fräsen) definieren,
- Werkzeugtyp (T) und Werkzeugkorrekturwerte (D) aufrufen,
- Bahnkorrektur (G41) einschalten,
- Fahrbewegungen programmieren.

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

Beschreibung

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

Drehen:



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

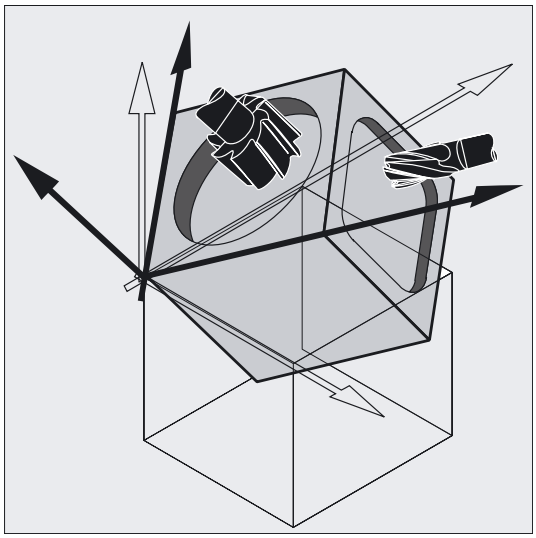
Bearbeitung in schräg liegenden Ebenen

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

Werkzeuglängenkorrektur in schräg liegenden Ebenen

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

Fräsen:



Hinweis

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

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

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

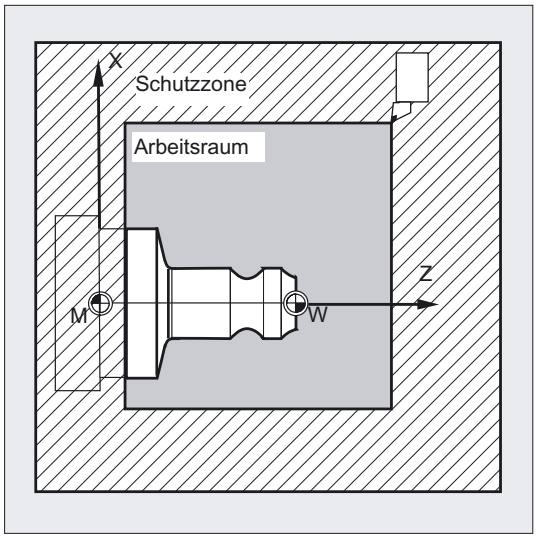
Mehr Informationen hierzu in Kapitel "Verschiebung des Koordinatensystems".

3.8 Arbeitsfeldbegrenzung (G25/G26, WALIMON, WALIMOF)

Funktion

Mit G25/G26 lässt sich der Arbeitsbereich, in dem das Werkzeug verfahren soll, in allen Kanalachsen begrenzen. Hierdurch lassen sich im Arbeitsraum Schutzzonen einrichten, die für Werkzeugbewegungen gesperrt sind.

Die Arbeitsfeldbegrenzung für alle gültig gesetzten Achsen muss mit dem Befehl WALMON programmiert sein. Mit WALIMOF ist die Arbeitsfeldbegrenzung unwirksam. WALIMON ist Standardeinstellung und muss nur programmiert werden, wenn zuvor die Arbeitsfeldbegrenzung ausgeschaltet wurde.



Programmierung

`G25 X…Y…Z…` Programmierung im eigenen NC-Satz

oder

`G26 X…Y…Z…` Programmierung im eigenen NC-Satz

oder

`WALIMON`

oder

`WALIMOF`

Parameter

G25, X Y Z	Untere Arbeitsfeldbegrenzung, Wertzuweisung in Kanalachsen im Basiskoordinatensystem
G26, X Y Z	Obere Arbeitsfeldbegrenzung, Wertzuweisung in Kanalachsen im Basiskoordinatensystem
WALIMON	Arbeitsfeldbegrenzung für alle Achsen einschalten
WALIMOF	Arbeitsfeldbegrenzung für alle Achsen ausschalten

Hinweis

Mit G25/G26 können unter der Adresse S auch Grenzwerte für Spindeldrehzahlen programmiert werden. Mehr Informationen hierzu in "Vorschubregelung und Spindelbewegung".

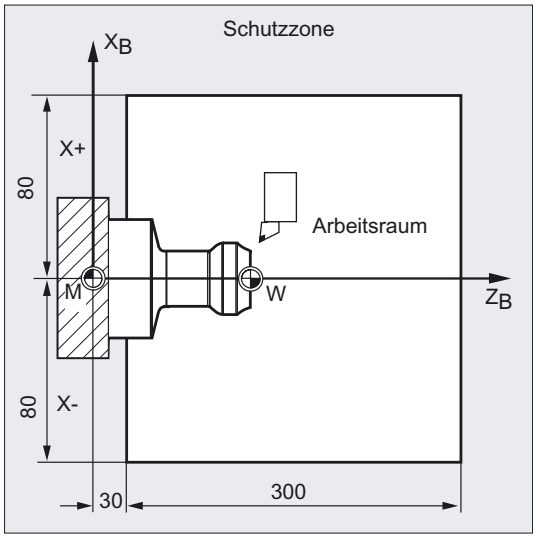
Neben der programmierbaren Eingabe der Werte über G25/G26 ist auch eine Eingabe über Bedienung in Settingdaten möglich.

In den axialen Settingdaten ist festgelegt, für welche Achsen die Arbeitsfeldbegrenzung gültig sein soll.

Beispiel Drehen

Im Arbeitsraum der Drehmaschine wird eine Schutzzone definiert. Hierdurch sind die umliegenden Einrichtungen, wie Revolver, Messstation usw. vor Beschädigung geschützt.

Grundeinstellung: WALIMON



```
N10 G0 G90 F0.5 T1
N20 G25 X-80 Z30                    ;Festlegung der unteren Begrenzung für
                                    ;die einzelnen Koordinatenachsen
N30 G26 X80 Z330                    ;Festlegung der oberen Begrenzung
N40 L22                             ;Abspanprogramm
N50 G0 G90 Z102 T2                  ;zum Werkzeugwechselpunkt
N60 X0
N70 WALIMOF                         ;Arbeitsfeldbegrenzung ausschalten
N80 G1 Z-2 F0.5                     ;Bohren
N90 G0 Z200                         ;zurück
N100 WALIMON                        ;Arbeitsfeldbegrenzung einschalten
N110 X70 M30                        ;Programmende
```

Beschreibung

Bezugspunkte am Werkzeug

Bei aktiver Werkzeuglängenkorrektur gilt als Bezug die Werkzeugspitze, ansonsten der Werkzeugträgerbezugspunkt. Falls das Werkzeug außerhalb des angegebenen Bereichs steht oder diesen Bereich verlässt, wird der Programmablauf gestoppt.

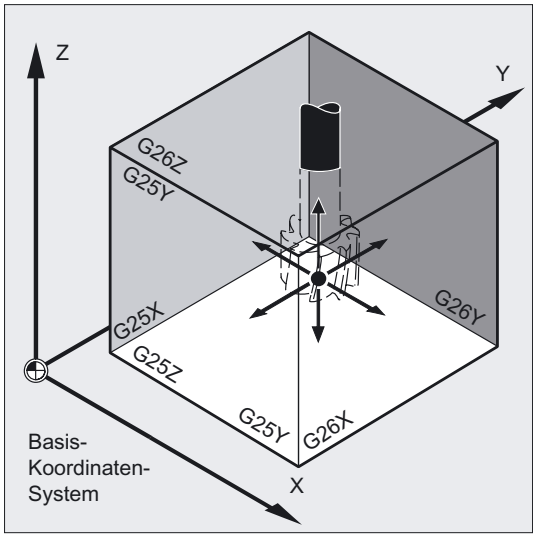
Programmierbare Arbeitsfeldbegrenzung, G25/G26

Für jede Achse lässt sich eine obere (G26) und untere (G25) Arbeitsfeldbegrenzung festlegen. Diese Werte gelten sofort und bleiben nach Reset und Wiedereinschalten erhalten.

Mit dem kanalspezifischen Maschinendatum $MC_WORKAREA_WITH_TOOL_RADIUS (siehe "Arbeitsvorbereitung") kann auch der Radius des Werkzeugs (Fräser) beeinflusst werden.

Hinweis

Die Koordinatenangaben für die einzelnen Achsen gelten im Basiskoordinatensystem!



Hinweis

In der Programmieranleitung Arbeitsvorbereitung finden Sie das Unterprogramm CALCPOSI beschrieben, mit dessen Hilfe sich vor Verfahrbewegungen vorab prüfen läßt, ob der vorgesehene Weg mit Berücksichtigung von Arbeitsfeldbegrenzungen und oder Schutzbereichen abgefahren werden.

3.9 Referenzpunktfahren (G74)

Funktion

Nach dem Einschalten der Maschine müssen (bei Verwendung von inkrementalen Wegmesssystemen) alle Achsschlitten auf ihre Referenzmarke gefahren werden. Erst dann können Fahrbewegungen programmiert werden.

Mit G74 kann das Referenzpunktfahren im NC-Programmm durchgeführt werden.

Programmierung

`G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 A1=0 …` Programmierung im eigenen NC-Satz

Parameter

`G74`	`Referenzpunktfahren`
`X1=0 Y1=0 Y1=0…`	`Die angegebene Maschinenachsadresse`
`A1=0 B1=0 C1=0…`	`X1, Y1, Z1… für Linearachsen wird in den Referenzpunkt gefahren`
	`A1, B1, C1… für Rundachsen wird in den Referenzpunkt gefahren`

Hinweis

Vor der Referenzpunktfahrt darf keine Transformation für eine Achse programmiert sein, die mit G74 auf die Referenzmarke gefahren werden soll.

Die Transformation wird mit dem Befehl TRAFOOF ausgeschaltet.

Beispiel

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

```
N10 SPOS=0                              ;Spindel in Lageregelung
N20 G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 C1=0             ;Referenzpunktfahrt für Linearachsen und
                                        ;Rundachsen
N30 G54                                 ;Nullpunktverschiebung
N40 L47                                 ;Abspanprogramm
N50 M30                                 ;Programmende
```

Wegbefehle programmieren

4

4.1 Allgemeine Hinweise

In diesem Kapitel finden Sie die Beschreibungen zu allen Fahrbefehlen, die Sie für die Herstellung von Werkstückkonturen einsetzen.

Diese Fahrbefehle mit den dazugehörigen Parametern ermöglichen Ihnen die verschiedenartigsten Werkstückkonturen sowohl zum Fräsen als auch zum Drehen zu programmieren.

Fahrbefehle für programmierbare Werkstückkonturen

Die programmierten Werkstückkonturen werden aus Geraden und Kreisbögen zusammengesetzt. Durch Überlagerung dieser beiden Elemente können auch Schraubenlinien hergestellt werden.

Nacheinander ausgeführt ergeben die Konturelemente die Werkstückkontur.

Zu jeden Fahrbefehl wird ein Programmierbeispiel angegeben.

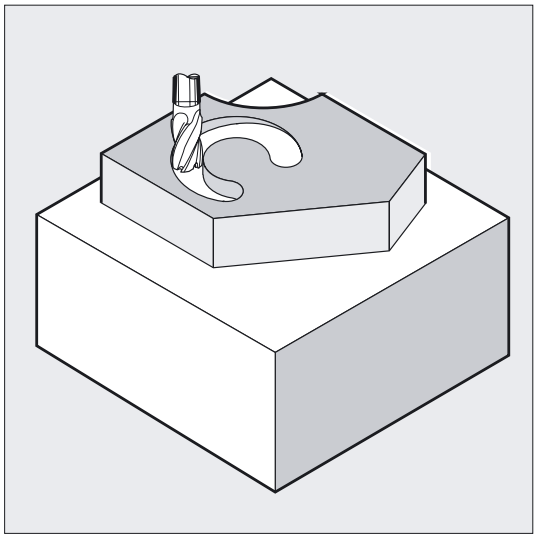
Ebenso wird auf die Programmierung komplexerer Bewegungsabläufe eingegangen, die auch mit den möglichen Varianten oder Sonderfällen beschrieben werden.

Die Weginformationen beinhalten alle notwendigen geometrischen Angaben, die zur eindeutigen Darstellung der Positionen im entsprechenden Koordinatensystemen dienen. Dies sind:

- Fahrbefehle mit Angabe von Koordinaten
- Eilgangsbewegungen zum Endpunkt
- Geradeninterpolation 3D-Flächenbearbeitung
- Kreisinterpolation für Vollkreise oder Kreisbögen
- Schraubenlinien-Interpolation
- Evolventen-Interpolation
- Gewindeschneiden und Gewindebohren
- Unterbrechungen sowie von bestimmten Positionen anfahren oder auf diese zufahren
- Spezielle Drehfunktionen
- Konturecken anzufasen oder anzurunden

Werkzeug vorpositionieren

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



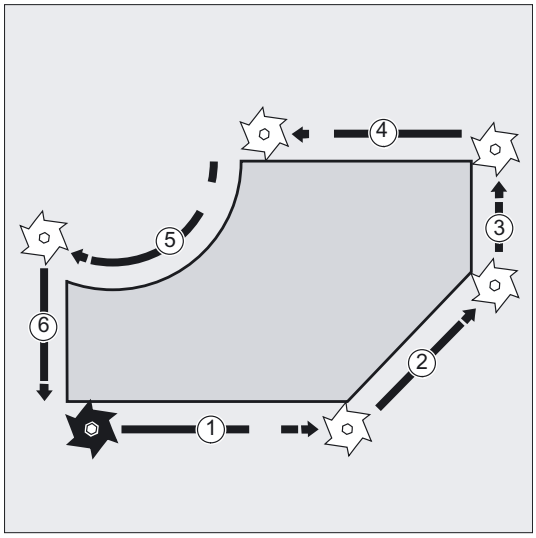
Startpunkt-Zielpunkt

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

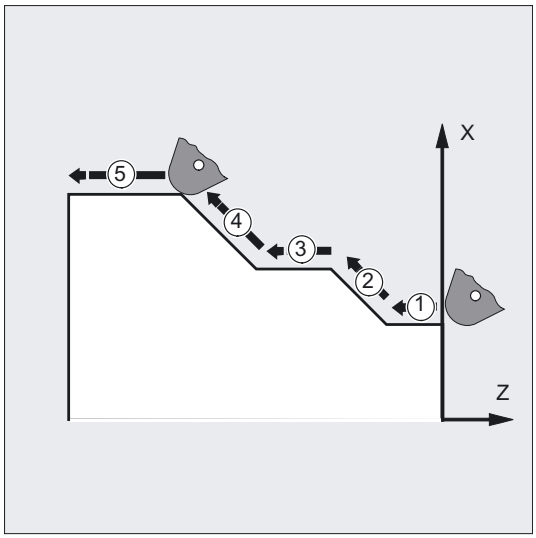
Anzahl an Achswerten

Pro Bewegungssatz können, je nach Steuerungskonfiguration, Bewegungen für maximal 8 Achsen programmiert werden. Dazu zählen Bahnachsen, Synchronachsen, Positionierachsen und Pendelbetrieb.

Anzahl der Bewegungssätze beim Fräsen:



Anzahl der Bewegungssätze beim Drehen:



Vorsicht

Eine Achsadresse darf pro Satz nur einmal programmiert werden.

Die Programmierung kann in kartesischen Koordinaten oder in Polarkoordinaten erfolgen.
Synchronachsen, Positionierachsen und Pendelbetrieb.

4.2 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten, Polarwinkel, Polarradius

4.2.1 Festlegung des Pols (G110, G111, G112)

Funktion

Der Punkt von dem die Vermaßung ausgeht, heißt Pol. Die Angabe des Pols kann in kartesischen oder polaren Koordinaten erfolgen (Polarradius RP=... und Polarwinkel AP=...). Die Programmierbefehle G110 bis G112 legen den Bezugspunkt für Maßangaben eindeutig fest. Absolut- oder Kettenmaßeingabe haben deshalb keinen Einfluss auf die im Programmierbefehl festgelegte Systematik.

Programmierung

`G110 X… Y… Z…`	Polangabe, bezogen auf die zuletzt angefahrene Position in kartesischen Koordinaten
oder	
`G110 AP=… RP=…`	Polangabe, bezogen auf den zuletzt angefahren Pol in Polarkoordinaten
oder	
`G111 X… Y… Z…`	Polangabe, absolut im Werkstückkoordinatensystem mit kartesischen Koordinaten
oder	
`G111 AP=… RP=…`	Polangabe, absolut im Werkstückkoordinatensystem mit Polarkoordinaten
oder	
`G112 X… Y… Z…`	Polangabe, bezogen auf den zuletzt gültigen Pol mit kartesischen Koordinaten
oder	
`G112 AP=… RP=…`	Polangabe, bezogen auf den zuletzt gültigen Pol mit Polarkoordinaten

Parameter

`G110`	`Polarprogrammierung relativ zur letzten programmierten Sollposition`
`G111`	`Polarprogrammierung relativ zum Nullpunkt des aktuellen Werkstück-Koordinatensystems`
`G112`	`Polarprogrammierung relativ zum letzten gültigen Pol`
`X Y Z`	`Koordinatenbezeichnungen der zu verfahrenden Achsen`
`AP=`	`Polarwinkel, Wertebereich ±0…360°, Winkelbezug zur waagrechten Achse der Arbeitsebene`
`RP=`	`Polarradius in mm oder inch immer in absoluten positiven Werten.`

Hinweis

Sie können im NC-Programm satzweise zwischen polaren und kartesischen Maßangaben wechseln.

Durch Verwendung der kartesischen Koordinatenbezeichner (X, Y, Z...) kommen Sie direkt wieder in das kartesische System zurück. Der definierte Pol bleibt darüber hinaus bis Programmende erhalten.

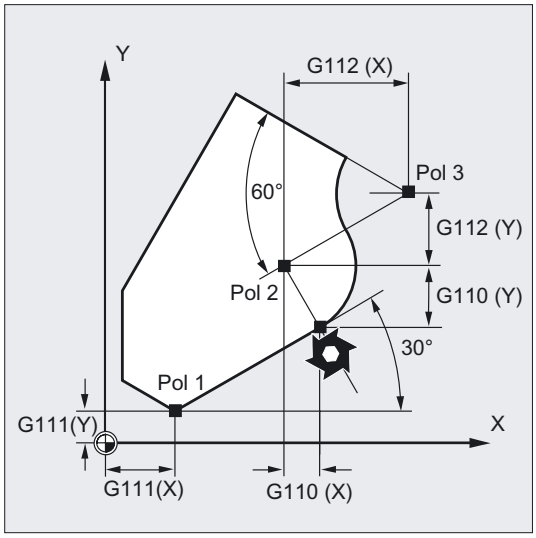
Hinweis

Die Befehle für die Polangabe müssen im eigenen NC-Satz programmiert werden.

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

Beispiel Festlegung eines Pols mit G110, G111, G112

Die Angabe der Pole in kartesischen G110(X,Y), G111(X,Y) G112(X,Y) oder polaren Koordinaten durch Angabe von G110, G111, G112 mit Polarwinkel AP= und Polarradius RP=.

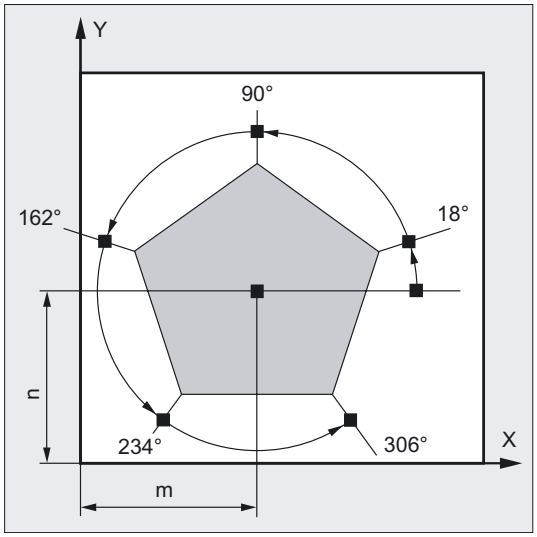


4.2.2 Fahrbefehle mit Polarkoordinaten (G0, G1, G2, G3, AP=..., RP=...)

Funktion

Polarkoordinaten sind dann sinnvoll, wenn ein Werkstück oder ein Teil eines Werkstücks mit Radius und Winkel vermaßt sind. Solche Maße können direkt nach Zeichnung über Polarkoordinaten programmiert werden.

Gehen die Bemaßungen eines Werkstücks, wie z. B. bei Bohrbildern, von einem zentralen Punkt aus, so sind die Maße mit Winkeln und Radien angegeben.



Programmierung

```
G0 AP=… RP=…
```

oder

```
G1 AP=… RP=…
```

oder

```
G2 AP=… RP=…
```

oder

```
G3 AP=… RP=…
```

Relativ zu einem Pol wird der neue Endpunkt festgelegt, siehe Festlegung des Pols G110, G111, G112

Parameter

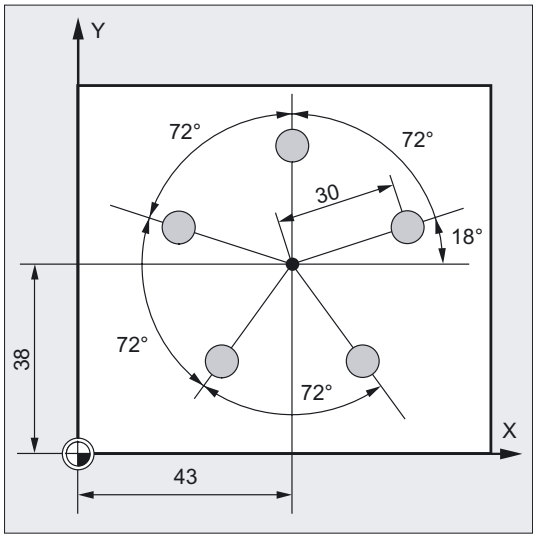
G0	Eilgangbewegung
G1	Geradeninterpolation
G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation gegen den Uhrzeigersinn
AP=	Polarwinkel, Wertebereich ±0…360°, der Polarwinkel kann sowohl absolut als auch inkrementell bestimmt werden

RP=	Polarradius in mm oder inch immer in absoluten positiven Werten
=AC(...)	Absolutmaßeingabe
=IC(...)	Kettenmaßeingabe

Beispiel Herstellung eines Bohrbilds

Die Positionen der Bohrungen sind in Polarkoordinaten angegeben.

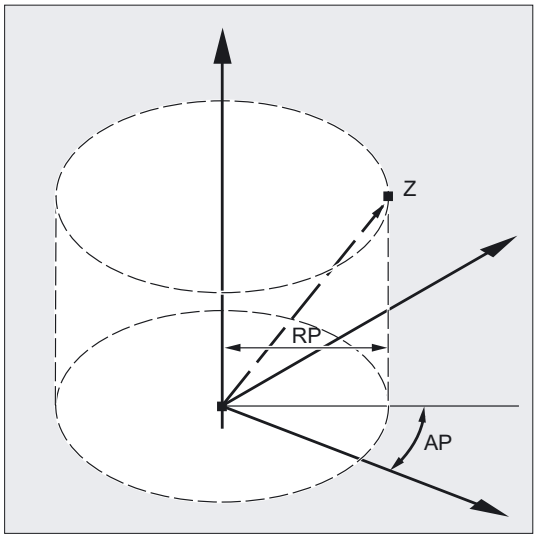
Jede Bohrung wird mit dem gleichen Fertigungsablauf hergestellt: Vorbohren, Bohren auf Maß, Reiben … Die Bearbeitungsfolge ist im Unterprogramm abgelegt.




```
N10 G17 G54                          ;Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 G111 X43 Y38                     ;Festlegung des Pols
N30 G0 RP=30 AP=18 Z5                ;Startpunkt anfahren, Angabe in
                                     ;Zylinderkoordinaten
N40 L10                              ;Unterprogramm-Aufruf
N50 G91 AP=72                        ;Nächste Position im Eilgang anfahren,
                                     ;Polarwinkel im Kettenmaß, Polarradius
                                     ;von Satz N30 bleibt gespeichert und muss
                                     ;nicht angeben werden
N60 L10                              ;Unterprogramm-Aufruf
N70 AP=IC(72)                        ;…
N80 L10                              ;…
N90 AP=IC(72)
N100 L10                             ;…
N110 AP=IC(72)
N120 L10                             ;…
N130 G0 X300 Y200 Z100 M30           ;Werkzeug freifahren, Programmende
N90 AP=IC(72)
N100 L10                             ;…
```

Beispiel Zylinderkoordinaten

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



Damit sind räumliche Angaben in Zylinderkoordinaten programmierbar.

Beispiel: G17 G0 AP… RP… Z…

Fahrbefehle

Die mit Polarkoordinaten angegebenen Positionen können mit Eilgangbewegung G0, Geradeninterpolation G1, Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn G2 oder gegen den Uhrzeigersinn G3 angefahren werden.

Arbeitsebene

Die Polarkoordinaten gelten in der mit G17 bis G19 gewählten Arbeitsebene.

In NC-Sätzen mit polaren Endpunktangaben dürfen für die angewählte Arbeitsebene keine kartesischen Koordinaten wie Interpolationsparameter, Achsadressen, usw. programmiert werden.

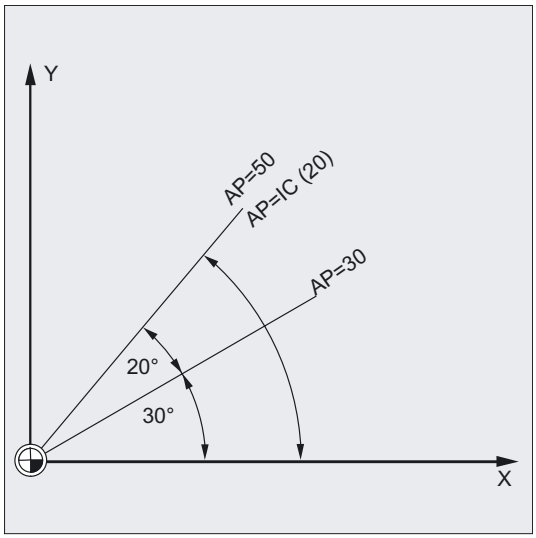
Polarwinkel AP

Der Winkelbezug geht bei der absoluten Eingabe von der waagrechten Achse der Arbeitsebene aus, z. B. X-Achse bei G17. Die positive Drehrichtung läuft im Gegenuhrzeigersinn.

Der Polarwinkel kann sowohl absolut als auch inkrementell bestimmt werden.

Bei inkrementeller Eingabe im Kettenmaß (AP=IC…) gilt der zuletzt programmierte Winkel als Bezug. Der Polarwinkel bleibt solange gespeichert, bis ein neuer Pol definiert oder die Arbeitsebene gewechselt wird.

Wird kein Pol definiert, so wird automatisch der Nullpunkt des aktuellen Werkstückkoordinatensystems als Pol betrachtet.



Polarradius RP

Der Polarradius bleibt bis zur Eingabe eines neuen Wertes gespeichert.

Wenn der modal wirkende Polarradius RP = 0 ist

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 wie z. B. G110, G111, G112. Sind beide Punkte identisch programmiert, so wird dieser Radius = 0 und der Alarm 14095 generiert.

Ist bei RP = 0 ein Polwinkel AP programmiert

Wird im aktuellen Satz kein Polarradius RP, aber ein Polarwinkel AP programmiert, so 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.

4.3 Eilgangbewegung (G0, RTLION, RTLIOF)

Funktion

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

Mit den Teileprogrammbefehlen RTLIOF wird Nicht-Lineare Interpolation aktiviert und mit RTLION wird Lineare Interpolation aktiviert.

Hinweis

Diese Funktion eignet sich nicht zur Werkstückbearbeitung!

Programmierung

```
G0 X… Y… Z …
```

oder

```
G0 AP=…
```

oder

```
G0 RP=…
```

oder

```
RTLIOF
```

oder

```
RTLION
```

Parameter

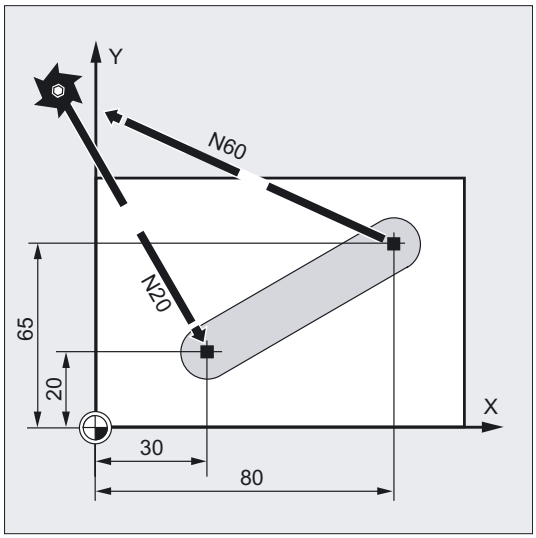
G0	Eilgangbewegung
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
AP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarwinkel
RP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarradius
RTLIOF bei G0	Nicht-Lineare Interpolation (jede Bahnachse interpoliert als Einzelachse)
RTLION bei G0	Lineare Interpolation (Bahnachsen werden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

Hinweis

G0 ist nicht durch G ersetzbar.

G0 ist modal wirksam.

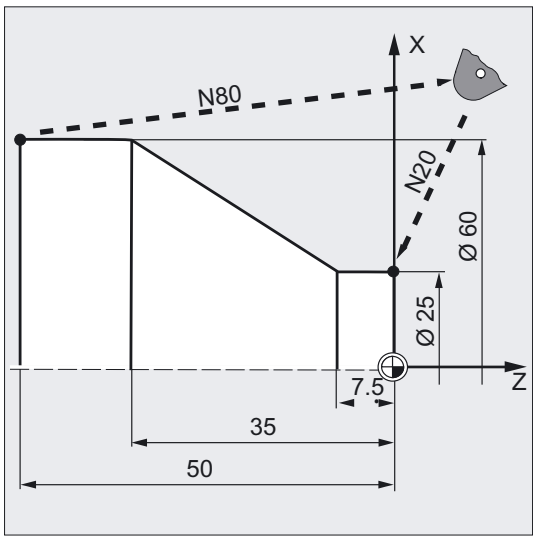
Beispiel Fräsen



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

```
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
```

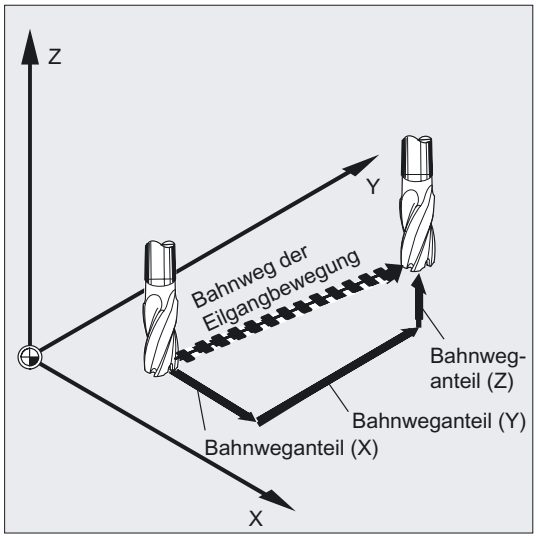
Beispiel Drehen



```
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
```

Beschreibung

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



Bahnachsen fahren bei G0 als Positionierachsen

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

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

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

Achtung

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

Immer Lineare Interpolation gilt in den folgenden Fällen:

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

Beispiel

```
G0 X0 Y10
G0 G40 X20 Y20
G0 G95 X100 Z100 m3 s100
```

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

Satzwechselkriterium einstellbar bei G0

Für Einzelachsinterpolation kann ein neues Bewegungsendekriterium

`FINEA`

oder

`COARSEA`

oder

`IPOENDA`

für Satzwechsel bereits innerhalb der Bremsrampe eingestellt werden.

Aufeinanderfolgende Achsen werden bei G0 wie Positionierachsen behandelt

Mit der Kombination von

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

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

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

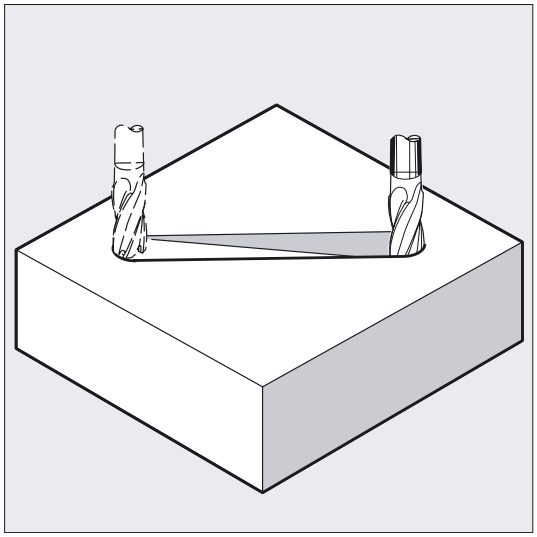
Mehr Informationen hierzu siehe "Vorschubregelung und Spindelbewegung".

4.4 Geradeninterpolation (G1)

Funktion

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

Fräsen:



Programmierung

```
G1 X… Y… Z … F…
```

oder

```
G1 AP=… RP=… F…
```

Parameter

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

Hinweis

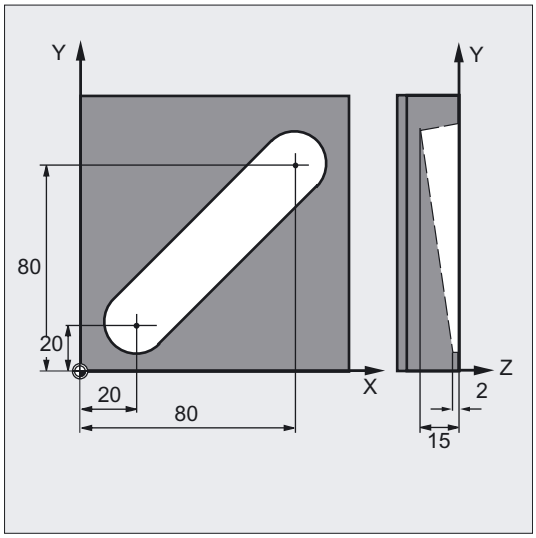
G1 ist modal wirksam.

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

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

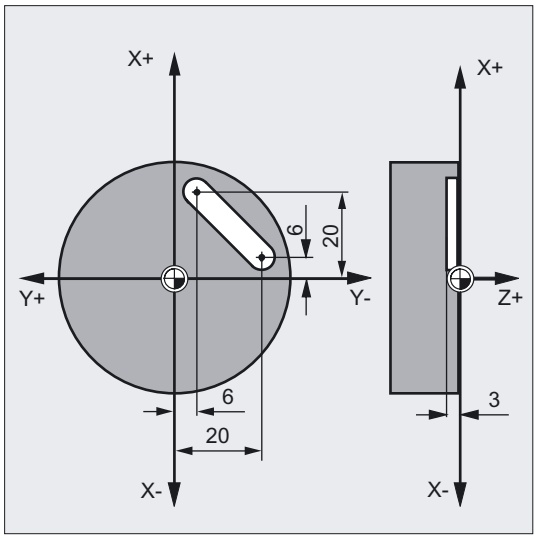
Beispiel Fräsen

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




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

Beispiel Drehen




```
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
```

4.5 Kreisinterpolationsarten (G2/G3, CIP, CT)

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

Programmierung

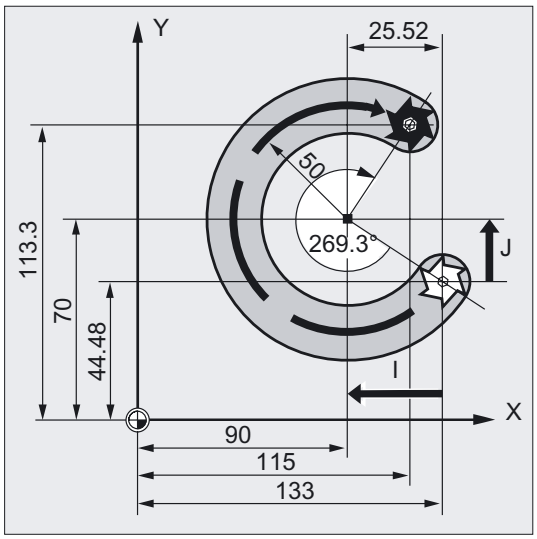
`G2/G3 X… Y… Z…`	
`I=AC(…) J=AC(…) K=AC(…)`	Mittelpunkt und Endpunkt absolut bezogen auf den Werkstücknullpunkt
oder	
`G2/G3 X… Y… Z… I… J… K…`	Mittelpunkt im Kettenmaß bezogen auf den Kreisanfangspunkt
oder	
`G2/G3 X… Y… Z… CR=…`	Kreisradius CR= und Kreisendpunkt in kartesischen Koordinaten X..., Y...,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

Parameter

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

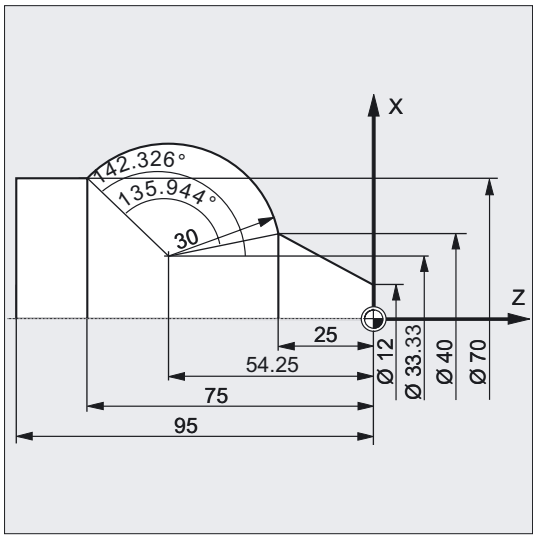
Beispiel Fräsen

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




```
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
oder
N30 G2 X115 Y113.3 I=AC(90) J=AC(70)        ;Kreisendpunkt, Mittelpunkt im
                                            ;Absolutmaß
oder
N30 G2 X115 Y113.3 CR=-50                   ;Kreisendpunkt, Kreisradius
oder
N30 G2 AR=269.31 I-43 J25.52                ;Öffnungswinkel, Mittelpunkt im
                                            ;Kettenmaß
oder
N30 G2 AR=269.31 X115 Y113.3                ;Öffnungswinkel, Kreisendpunkt
oder
N30 N30 CIP X80 Y120 Z-10                   ;Kreisendpunkt und Zwischenpunkt:
 I1= IC(-85.35)J1=IC(-35.35) K1=-6          ;Koordinaten für alle
                                            ;3 Geometrieachsen
N40 M30                                     ;Programmende
```

Beispiel Drehen

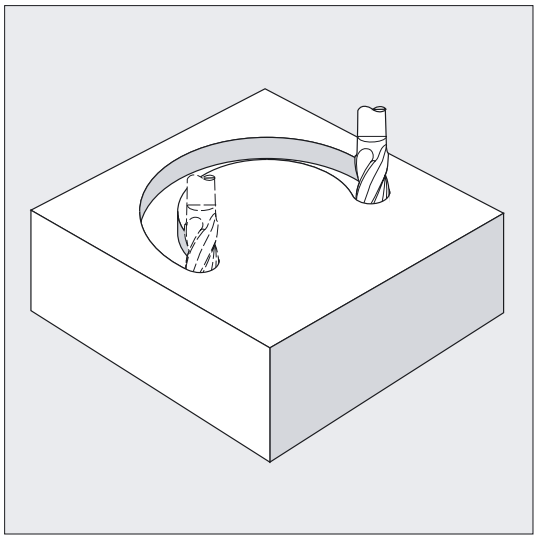



```
N.. ...
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Y-75 I-3.335 K-29.25              ;Kreisendpunkt, Mittelpunkt im
                                              ;Kettenmaß
oder
N130 G3 X70 Y-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)     ;Kreisendpunkt, Mittelpunkt im
                                   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

4.6 Kreisinterpolation mit Mittelpunkt und Endpunkt (G2/G3, I=, J=, K=AC...)

Funktion

Die Kreisinterpolation ermöglicht die Herstellung von Vollkreisen oder Kreisbögen.



Die Kreisbewegung wird beschrieben durch:

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

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

Programmierung

```
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K…
```

oder

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

Parameter

G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I	Koordinate des Kreismittelpunkt in X-Richtung
J	Koordinate des Kreismittelpunkt in Y-Richtung
K	Koordinate des Kreismittelpunkt in Z-Richtung
=AC(…)	Absolutmaßangabe (satzweise wirksam)

Hinweis

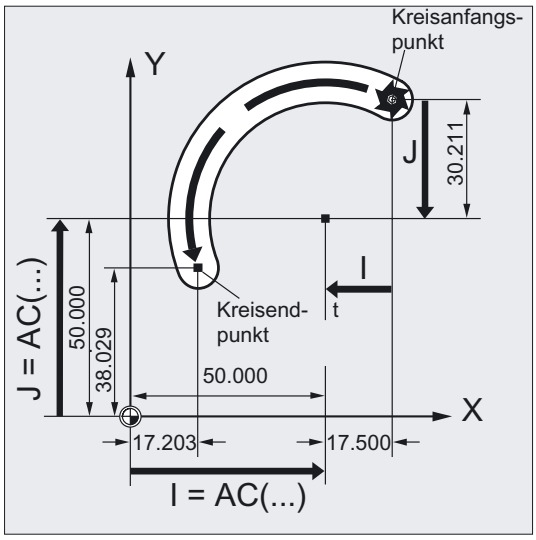
G2 und G3 sind modal wirksam.

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

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

Die absolute Mittelpunktangabe bezogen auf den Werkstücknullpunkt programmieren Sie satzweise mit: I=AC(…), J=AC(…), K=AC(…). Ein Interpolationsparameter I, J, K mit Wert 0 kann entfallen, der zugehörige zweite Parameter muss in jedem Fall angegeben werden.

Beispiele Fräsen



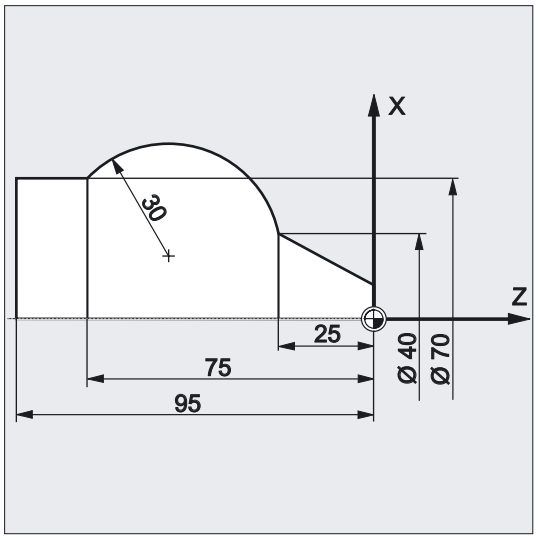
Kettenmaß

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

Absolutmaß

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

Beispiele Drehen



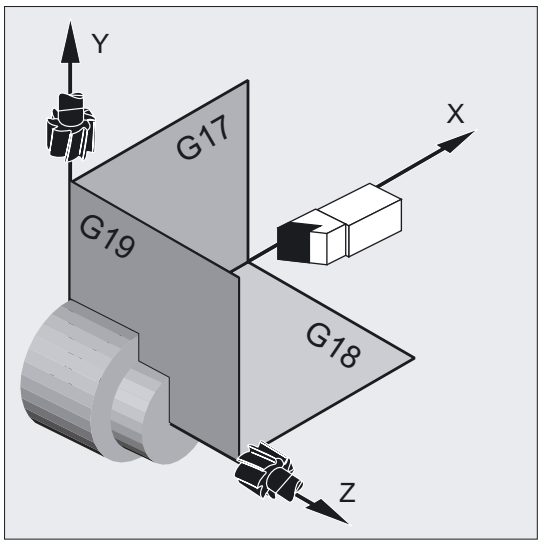
Kettenmaß

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

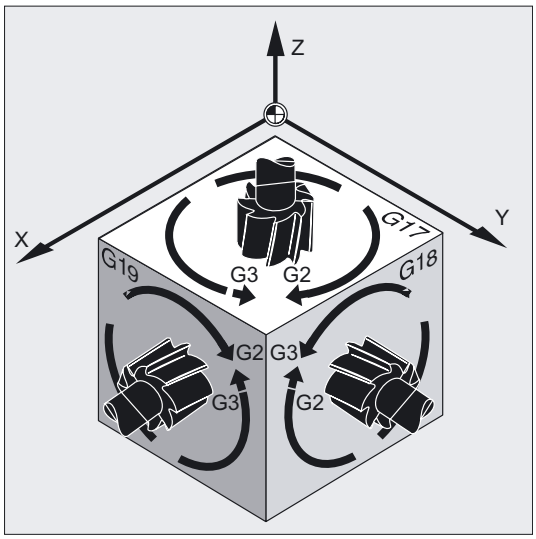
Absolutmaß

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

Angabe der Arbeitsebene



Die Steuerung benötigt zur Berechnung des Kreisdrehsinns, mit G2 im Uhrzeigersinn oder G3 gegen den Uhrzeigersinn, die Angabe der Arbeitsebene (G17 bis G19).



Es empfiehlt sich, die Arbeitsebene generell anzugeben.

Ausnahme:

Sie können auch außerhalb der gewählten Arbeitsebene (nicht bei Öffnungswinkelangabe und Schraubenlinie) Kreise herstellen. In diesem Fall bestimmen die Achsadressen, die Sie als Kreisendpunkt angeben, die Kreisebene.

Programmierter Vorschub

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

4.7 Kreisinterpolation mit Radius und Endpunkt (G2/G3, 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 Verfahrwinkel größer oder kleiner 180° sein soll. Ein positives Vorzeichen kann entfallen.

Hinweis

Es gibt keine praxisrelevante Beschränkung für die Größe des maximal programmierbaren Radius.

Programmierung

```
G2/G3 X… Y… Z… CR=
```

oder

```
G2/G3 I… J… K… CR=
```

Parameter

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

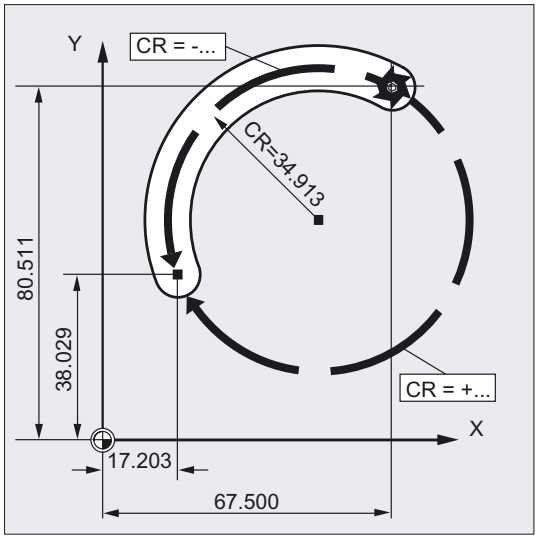
Hinweis

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

Beispiel Fräsen

Kreisprogrammierung mit Radius und Endpunkt

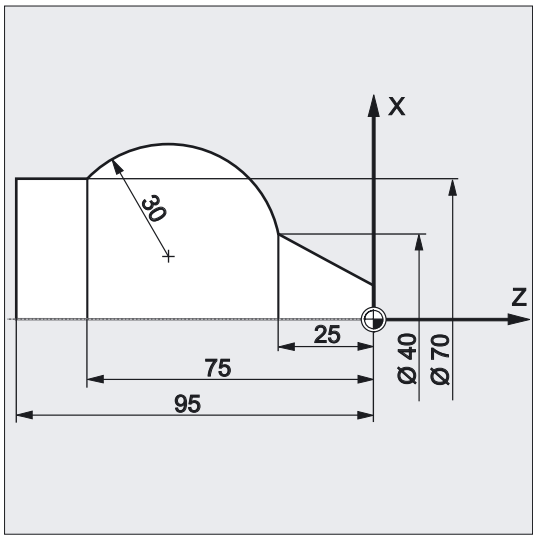
```
N10 G0 X67.5 Y80.511
N20 G3 X17.203 Y38.029 CR=34.913 F500
```



Beispiel Drehen

Kreisprogrammierung mit Radius und Endpunkt

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



4.8 Kreisinterpolation mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt (G2/G3, 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

Programmierung

```
G2/G3 X… Y… Z… AR=
```

oder

```
G2/G3 I… J… K… AR=
```

Parameter

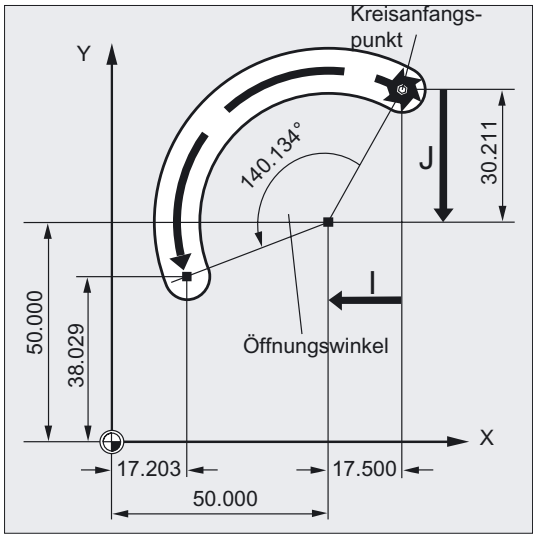
G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I J K	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten (in Richtung X, Y, Z) Dabei bedeuten: I: Koordinate des Kreismittelpunktes in X-Richtung J: Koordinate des Kreismittelpunktes in Y-Richtung K: Koordinate des Kreismittelpunktes in Z-Richtung
AR=	Öffnungswinkel, Wertebereich 0° bis 360°
=AC(…)	Absolutmaßangabe (satzweise wirksam)

Hinweis

Vollkreise (Verfahrwinkel 360°) können nicht mit AR=, sondern müssen über Kreisendpunkt und Interpolationsparameter programmiert werden. Die Mittelpunktkoordinaten I, J, K werden standardmäßig im Kettenmaß bezogen auf den Kreisanfangspunkt eingegeben.

Die absolute Mittelpunktangabe bezogen auf den Werkstücknullpunkt programmieren Sie satzweise mit: I=AC(…), J=AC(…), K=AC(…). Ein Interpolationsparameter I, J, K mit Wert 0 kann entfallen, der zugehörige zweite Parameter muss in jedem Fall angegeben werden.

Beispiel Fräsen



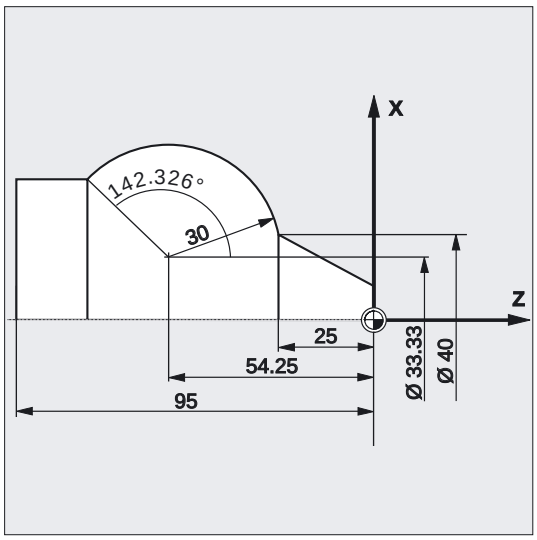
Kreisprogrammierung mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt oder Endpunkt

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 AR=140.134 F500
```

oder

```
N20 G3 I-17.5 J-30.211 AR=140.134 F500
```

Beispiel Drehen



Kreisprogrammierung mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt oder Endpunkt

```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944
```

oder

```
N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944
```

oder

```
N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944
N135 G1 Z-95
```

4.9 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.

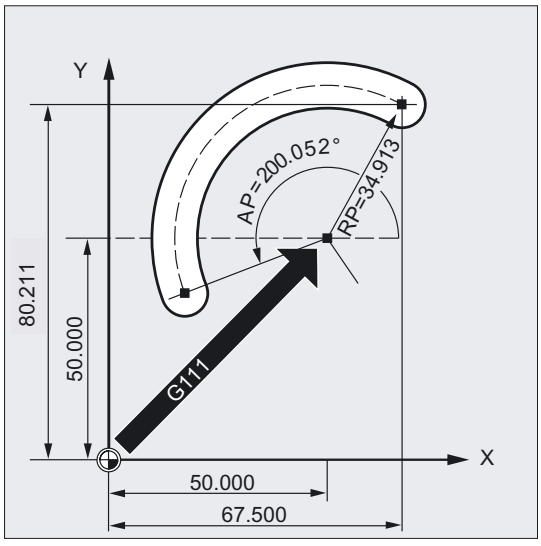
Programmierung

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

Parameter

G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn
G3	Kreisinterpolation im Gegenuhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
AP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarwinkel
RP=	Endpunkt in Polarkoordinaten, hier Polarradius entspricht Kreisradius

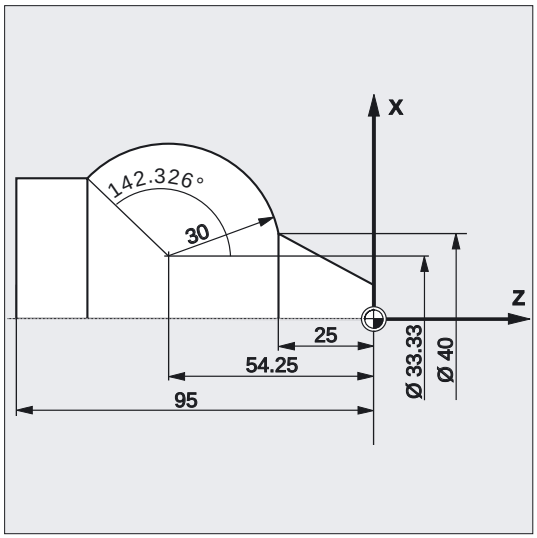
Beispiel Fräsen



Kreisprogrammierung mit Polarkoordinaten

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

Beispiel Drehen



Kreisprogrammierung mit Polarkoordinaten

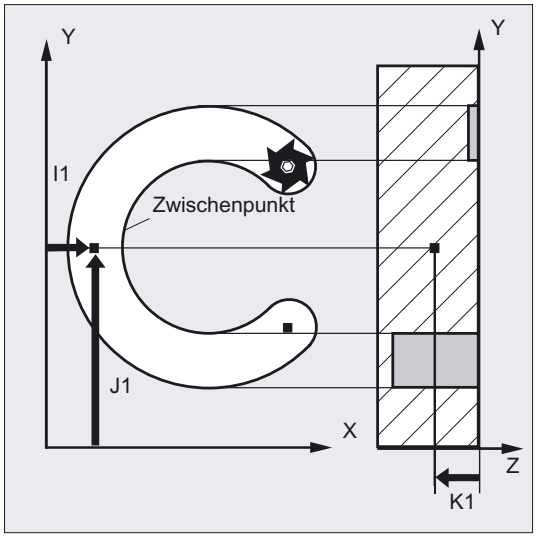
```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G111 X33.33 Z-54.25
N135 G3 RP=30 AP=142.326
N140 G1 Z-95
```

4.10 Kreisinterpolation mit Zwischen- und Endpunkt (CIP)

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.

Programmierung

```
CIP X… Y… Z… I1=AC(…) J1=AC(…) K1=(AC…)
```

Parameter

CIP	Kreisinterpolation über Zwischenpunkt
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten. Diese Angaben sind abhängig von den Wegbefehlen G90/G91 bzw. ...=AC(...)/...=IC(..)
I1= J1= K1=	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten (in Richtung X, Y, Z)
	Dabei bedeuten:
	I: Koordinate des Kreismittelpunktes in X-Richtung
	J: Koordinate des Kreismittelpunktes in Y-Richtung
	K: Koordinate des Kreismittelpunktes in Z-Richtung
=AC(…)	Absolutmaßangabe (satzweise wirksam)
=IC(…)	Kettenmaßangabe (satzweise wirksam)

Hinweis

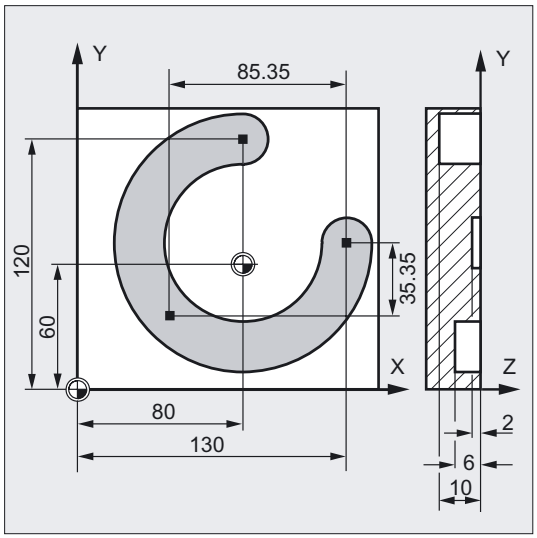
CIP ist modal wirksam.

Eingabe im Absolut- und Kettenmaß

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

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

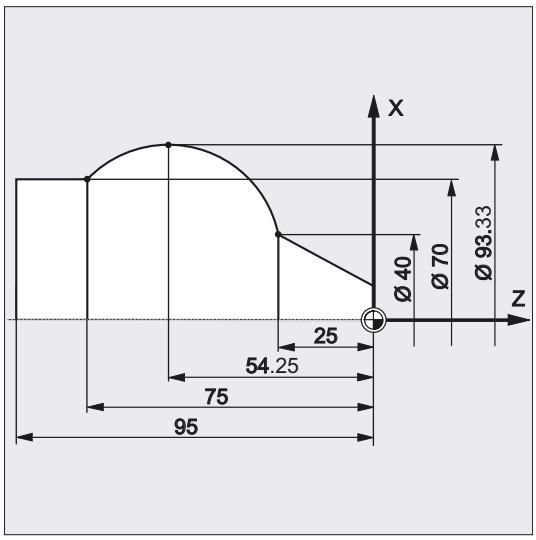
Beispiel Fräsen



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

```
N10 G0 G90 X130 Y60 S800 M3              ;Startpunkt anfahren
N20 G17 G1 Z-2 F100                      ;Zustellen des Werkzeugs
N30 CIP X80 Y120 Z-10                    ;Kreisendpunkt und Zwischenpunkt:
 I1= IC(-85.35)J1=IC(-35.35) K1=-6       ;Koordinaten für alle 3 Geometrieachsen
N40 M30                                  ;Programmende
```

Beispiel Drehen




```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 CIP X70 Z-75 I1=IC(26.665)
 K1=IC(-29.25)
oder
N130 CIP X70 Z-75 I1=93.33 K1=-54.25
N135 G1 Z-95
```

4.11 Kreisinterpolation mit tangentialem Übergang (CT)

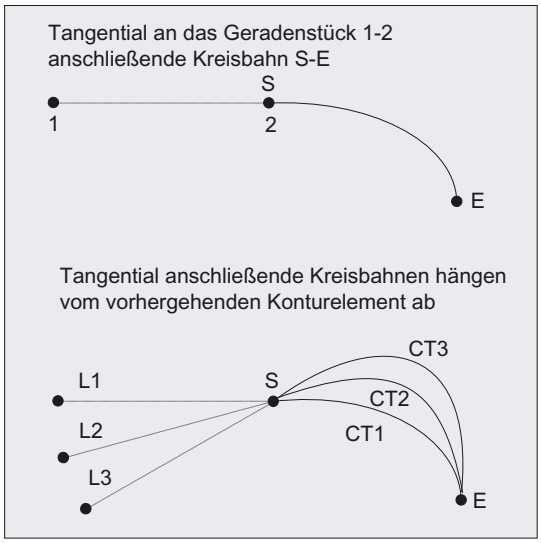
Funktion

Die Funktion Tangentialkreis ist eine Erweiterung der Kreisprogrammierung.

Der Kreis wird dabei definiert durch

- Start- und Endpunkt und
- die Tangentenrichtung im Startpunkt.

Mit dem G-Code CT wird ein Kreisbogen erzeugt, der tangential an das zuvor programmierte Konturelement anschließt.



Bestimmung Tangentenrichtung

Die Tangentenrichtung im Startpunkt eines CT-Satzes wird aus der Endtangente der programmierten Kontur des letzten Vorgängersatzes mit einer Verfahrbewegung bestimmt.

Zwischen diesem Satz und dem aktuellen Satz können beliebig viele Sätze ohne Verfahrinformation liegen.

Programmierung

```
CT X… Y… Z…
```

Parameter

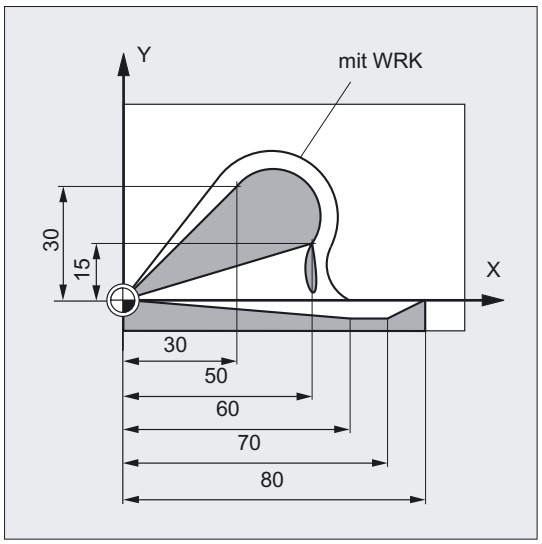
`CT`	`Kreis mit tangentialem Übergang`
`X Y Z`	`Endpunkt in kartesischen Koordinaten`

Hinweis

CT ist modal wirksam.

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

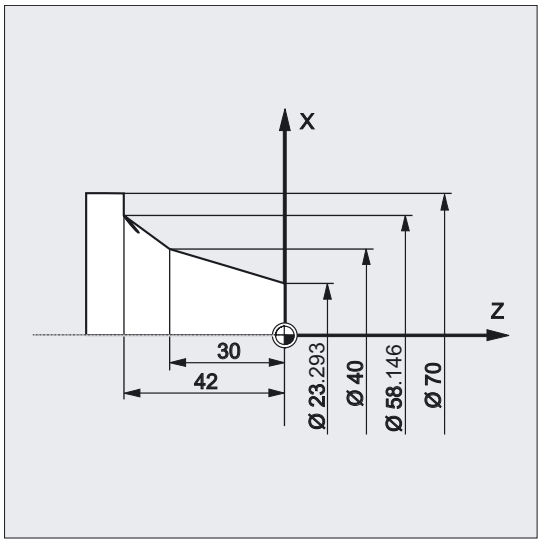
Beispiel Fräsen



Kreisbogen mit CT im Anschluss an Geradenstück fräsen:

```
N10 G0 X0 Y0 Z0 G90 T1 D1
N20 G41 X30 Y30 G1 F1000                ;Einschalten der WRK
N30 CT X50 Y15                          ;Kreisprogrammierung mit tangentialem
                                        ;Übergang
N40 X60 Y-5
N50 G1 X70
N60 G0 G40 X80 Y0 Z20
N70 M30
```

Beispiel Drehen



```
N110 G1 X23.293 Z0 F10
N115 X40 Z-30 F0.2
N120 CT X58.146 Z-42                    ;Kreisprogrammierung mit tangentialem
                                        ;Übergang
N125 G1 X70
```

Beschreibung

Bei Splines wird die Tangentialrichtung durch die Gerade durch die letzten beiden Punkte bestimmt. Diese Richtung ist bei A- und C-Splines bei aktivem ENAT oder EAUTO im allgemeinen nicht mit der Richtung im Endpunkt des Splines identisch.

Der Übergang von B-Splines ist immer tangential, wobei die Tangentenrichtung wie bei A- oder C-Splines und aktivem ETAN definiert ist.

Framewechsel

Findet zwischen dem die Tangente definierenden Satz und dem CT-Satz ein Framewechsel statt, so wird die Tangente diesem Wechsel unterworfen.

Grenzfall

Verläuft die Verlängerung der Starttangente durch den Endpunkt, wird statt eines Kreises eine Gerade erzeugt (Grenzfall eines Kreises mit unendlichem Radius). In diesem Spezialfall darf TURN entweder nicht programmiert sein oder es muss TURN=0 gelten.

Hinweis

Bei der Annäherung an diesen Grenzfall entstehen Kreise mit beliebig großem Radius, so dass bei TURN ungleich 0 die Bearbeitung in der Regel mit einem Alarm wegen der Verletzung der Softwarelimits abgebrochen werden wird.

Lage der Kreisebene

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

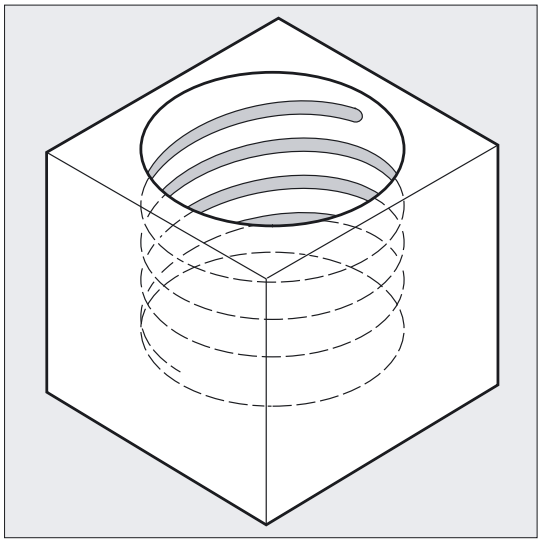
Liegt die Tangente des Vorgängersatzes nicht in der aktiven Ebene, so wird deren Projektion in die aktive Ebene verwendet.

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

4.12 Schraubenlinen-Interpolation (G2/G3, TURN=)

Funktion

Die Schraubenlinieninterpolation (Helixinterpolation) ermöglicht zum Beispiel die Herstellung von Gewinden oder Schmiernuten.



Bei der Schraubenlinieninterpolation werden zwei Bewegungen überlagert und parallel ausgeführt:

- eine ebene Kreisbewegung, der
- eine senkrechte Linearbewegung überlagert wird.

Programmierung

```
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K… TURN=
```

oder

```
G2/G3 X… Y… Z… I… J… K… TURN=
```

oder

```
G2/G3 AR=… I… J… K… TURN=
```

oder

```
G2/G3 AR=… X… Y… Z… TURN=
```

oder

```
G2/G3 AP… RP=… TURN=
```

Parameter

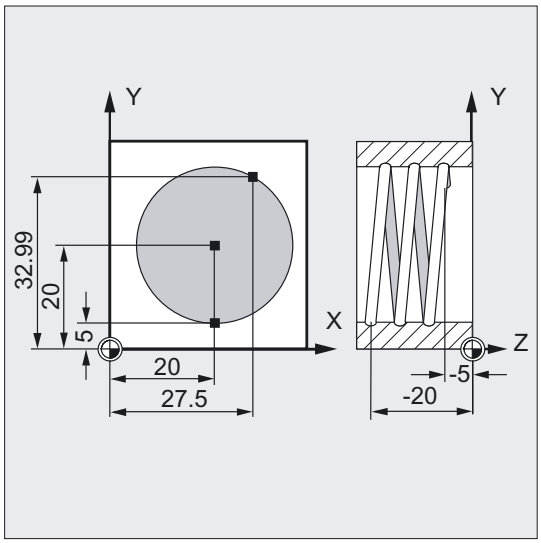
G2	Fahren auf einer Kreisbahn im Uhrzeigersinn
G3	Fahren auf einer Kreisbahn gegen den Uhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I J K	Kreismittelpunkt in kartesischen Koordinaten
AR	Öffnungswinkel
TURN=	Anzahl der zusätzlichen Kreisdurchläufe im Bereich von 0 bis 999
AP=	Polarwinkel
RP=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

Hinweis

G2 und G3 sind modal wirksam.

Die Kreisbewegung wird in den Achsen ausgeführt, die durch die Angabe der Arbeitsebene festgelegt sind.

Beispiel

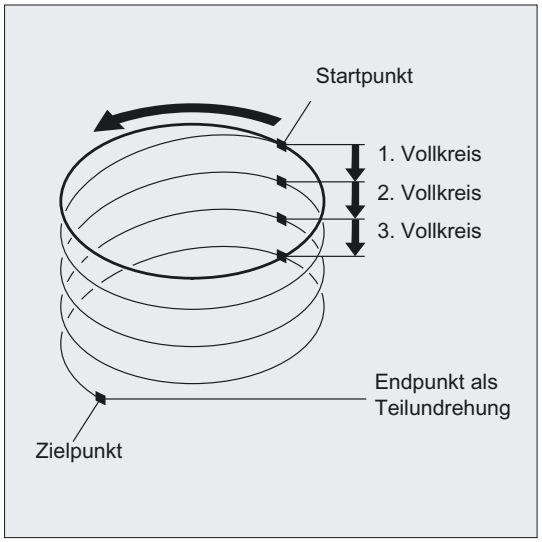



```
N10 G17 G0 X27.5 Y32.99 Z3              ;Anfahren der Startposition
N20 G1 Z-5 F50                          ;Zustellen des Werkzeugs
N30 G3 X20 Y5 Z-20 I=AC(20)             ;Schraubenlinie mit den Angaben: Ab
 J=AC (20) TURN=2                       ;Startposition 2 Vollkreise ausführen,
        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

Bewegungsfolge

1. Startpunkt anfahren
2. Mit TURN= programmierte Vollkreise ausführen
3. Kreisendpunkt anfahren, z. B. als Teilumdrehung
4. Punkt 2 und 3 über die Zustelltiefe ausführen.

Aus der Anzahl der Vollkreise plus programmierten Kreisendpunkt (ausgeführt über der Zustelltiefe), ergibt sich die Steigung, mit der die Schraubenlinie gefertigt werden soll.



Programmierung des Endpunkts Schraubenlinieninterpolation

Für detaillierte Erklärungen der Interpolationsparameter siehe Kreisinterpolation.

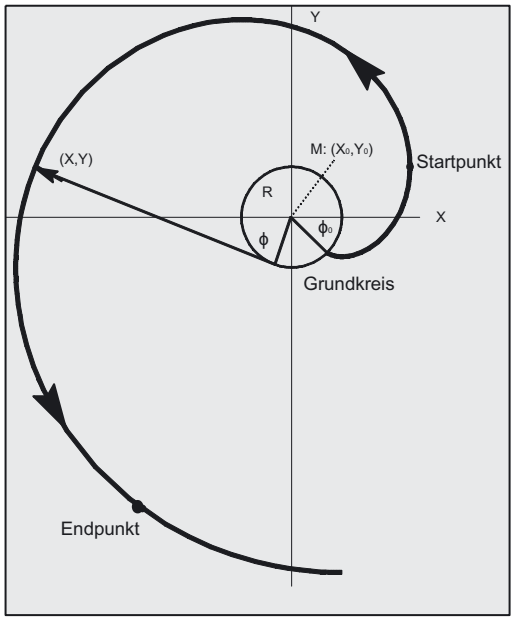
Programmierter Vorschub

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

4.13 Evolventen-Interpolation (INVCW, INVCCW)

Funktion

Die Evolvente des Kreises ist eine Kurve, die vom Endpunkt eines fest gespannten, von einem Kreis abgewickelten Fadens beschrieben wird. Die Evolventen-Interpolation ermöglicht Bahnkurven entlang einer Evolvente. Sie wird in der Ebene ausgeführt, in welcher der Grundkreis definiert ist. Liegen Start und Endpunkt nicht in dieser Ebene, 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.

Programmierung

```
INVCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
```

oder

```
INVCCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
```

oder

```
INVCW I... J... K... CR=... AR=...
```

oder

```
INVCCW I... J... K... CR=... AR=...
```

Parameter

INVCW	Fahren auf einer Evolvente im Uhrzeigersinn
INVCCW	Fahren auf einer Evolvente gegen den Uhrzeigersinn
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I J K	Mittelpunkt des Grundkreises in kartesischen Koordinaten
CR=	Radius des Grundkreises
AR=	Öffnungswinkel (Drehwinkel)

Randbedingung

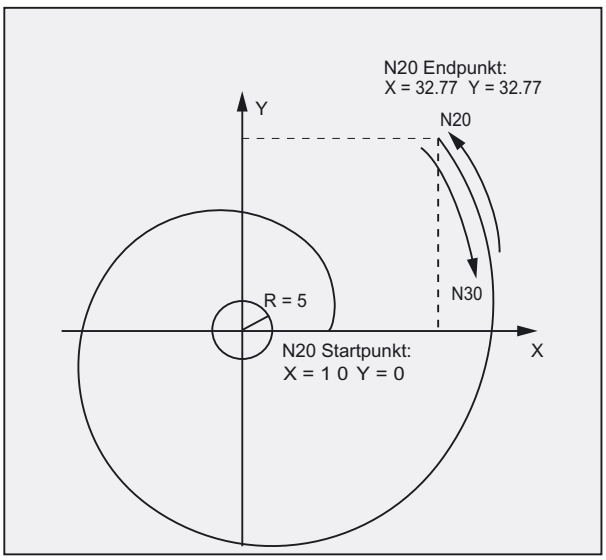
Sowohl der Startpunkt als auch der Endpunkt müssen außerhalb der Fläche des Grundkreises der Evolvente liegen (Kreis mit Radius CR um den durch I, J, K festgelegten Mittelpunkt). Trifft diese Bedingung nicht zu, wird ein Alarm generiert und die Programmverarbeitung abgebrochen.

Hinweis

Weitere Informationen zu den im Zusammenhang mit Evolventen-Interpolation bedeutsamen Maschinendaten und Randbedingungen finden Sie in **Literatur:** /FB1/, A2 Kapitel "Einstellungen für Evolventen-Interpolation".

Beispiel Linksdrehende Evolvente und als rechtsdrehende wieder zurück

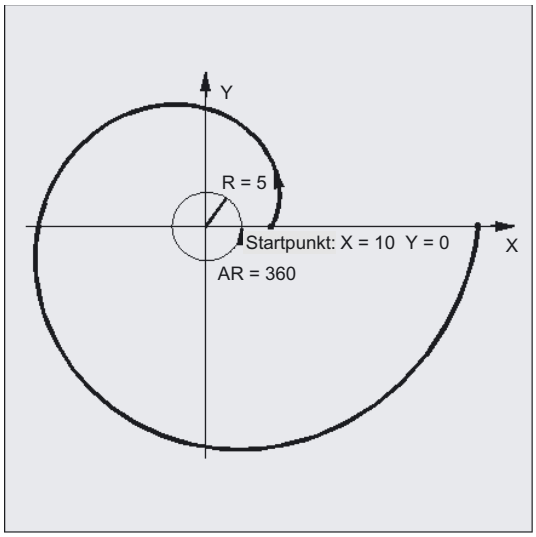
Linksdrehende Evolvente nach Programmierform 1 vom Startpunkt zum Endpunkt und wieder zurück (rechtsdrehende Evolvente)



```
N10 G1 X10 Y0 F5000                          ;Anfahren der Startposition
N15 G17                                      ;Anwahl der X/Y-Ebene
N20 INVCCW X32.77 Y32.77 CR=5 I-10 J0        ;E. gegen Uhrzeigersinn, Endpunkt,
                                             ;Radius, Mittelpunkt relativ zum
                                             ;Startpunkt
N30 INVCW X10 Y0 CR=5 I-32.77 J-32.77        ;Startpunkt ist Endpunkt aus N20
                                             ;Endpunkt ist Startpunkt aus N20,
                                             ;Radius, Mittelpunkt bez. auf neuen
                                             ;Startpunkt ist gleich alter
                                             ;Mittelpunkt
...
```

Beispiel Linksdrehende Evolvente mit Endpunkt über Drehwinkel

Angabe des Endpunktes über Drehwinkel

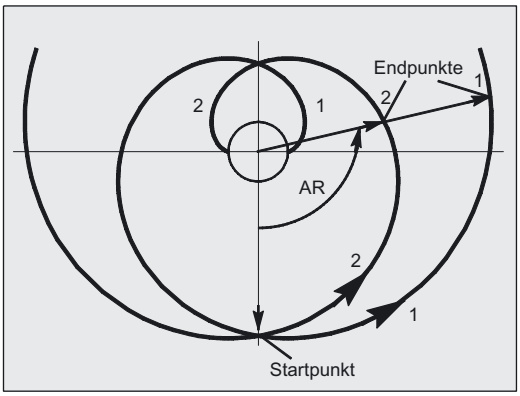



```
N10 G1 X10 Y0 F5000                          ;Anfahren der Startposition
N15 G17                                      ;Anwahl der X/Y-Ebene
N20 INVCCW CR=5 I-10 J0 AR=360               ;Linksdrehende Evolvente, weg vom
                                             ;Grundkreis (pos. Winkelangabe) mit
                                             ;einer vollen Umdrehung
...
```

Beschreibung

Programmierarten

1. Direkte Programmierung des Endpunktes mit X, Y bzw. X, Y, Z
2. Programmierung des Drehwinkels zwischen Start- und Endvektor mit AR=Winkel (vgl. hierzu auch die Programmierung des Öffnungswinkels bei der Kreisprogrammierung). Ist der Drehwinkel positiv (AR > 0) bewegt sich die Bahn auf der Evolventen weg vom Grundkreis, für einen negativen Drehwinkel (AR < 0) bewegt sich die Bahn auf der Evolventen hin zum Grundkreis. Für AR < 0 ist der maximale Drehwinkel dadurch beschränkt, dass der Endpunkt immer **ausserhalb** des Grundkreises liegen muss.



Möglichkeit 1. und 2. schließen sich gegenseitig aus. In einem Satz darf nur genau eine der Notationen benutzt werden.

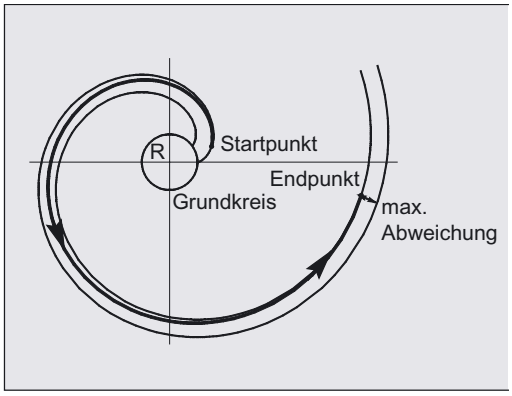
Hinweis

Bei der Programmierung des Drehwinkels mit AR gibt es weitere Möglichkeiten. Durch die Angabe von Radius und Mittelpunkt des Grundkreises, sowie des Startpunktes und des Drehsinnes (INVCW/INVCCW) sind zwei verschiedene Evolventen möglich (siehe Abbildung). Die Auswahl der gewünschten Bahn muss durch das Vorzeichen des Winkels eindeutig vorgenommen werden.

In der obigen Abbildung sind die beiden Evolventen dargestellt, die durch den Startpunkt und den Grundkreis festgelegt sind. Dabei wird bei der Programmierung von AR > 0 der Endpunkt 1, und bei Programmierung von AR < 0 der Endpunkt 2 angefahren.

Genauigkeit

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 Abbildung). Die maximale Abweichung des Endpunkts wird durch ein Maschinendatum festgelegt. Ist die Abweichung des programmierten Endpunkt in radialer Richtung größer als der durch dieses MD festgelegte Wert, wird ein Alarm generiert und die Programmverarbeitung abgebrochen.



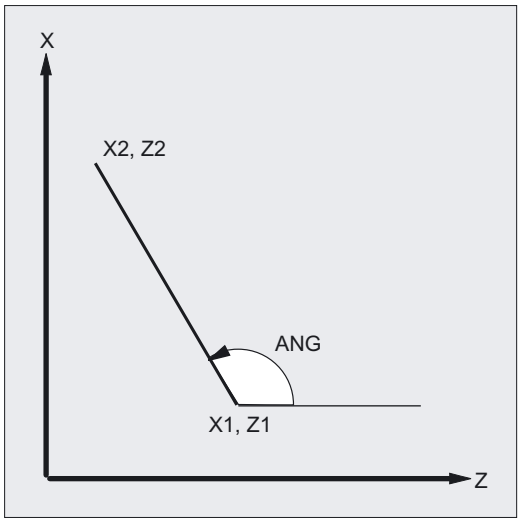
4.14 Konturzüge

4.14.1 Gerade mit Winkel (X2... ANG...)

Funktion

Der Endpunkt wird definiert durch Angabe

- des Winkels ANG und
- einer der beiden Koordinaten X2 oder Z2.



Programmierung

```
X2… ANG…
```

Parameter

X2 oder Z2	Endpunkt der Koordinaten in X oder Z
ANG	Winkel

Maschinenhersteller

Der Name für Winkel (ANG), Radius (RND) und Fase (CHR) ist über MD einstellbar, siehe /FBFA/ FB ISO-Dialekte.

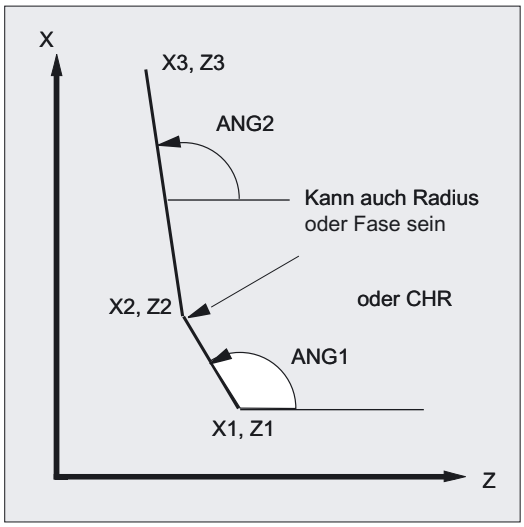
Beispiel

```
N10 X5 Z70 F1000 G18                      ;Anfahren der Startposition
N20 X88.8 ANG=110 oder (Z39.5 ANG=110)    ;Gerade mit Winkelangabe
N30 ...
```

4.14.2 Zwei Geraden (ANG1, X3... Z3... ANG2)

Funktion

Der Schnittpunkt der beiden Geraden kann als Ecke, Rundung oder als Fase ausgeführt werden. Der Endpunkt der ersten der beiden Geraden kann durch Programmierung der Koordinaten oder durch Angabe des Winkels programmiert werden.



Programmierung

```
ANG1…
X3… Z3… ANG2…
```

oder

```
X1… Z1…
X3… Z3…
```

Parameter

ANG1=	Winkel der ersten Geraden
ANG2=	Winkel der zweiten Geraden
CHR	Fase
X1, Z1=	Anfangskoordinaten
X2, Z2=	Schnittpunkt der beiden Geraden
X3=, Z3=	Endpunkt der zweiten Geraden

Maschinenhersteller

Der Name für Winkel (ANG), Radius (RND) und Fase (CHR) ist über MD einstellbar, siehe /FBFA/ FB ISO-Dialekte.

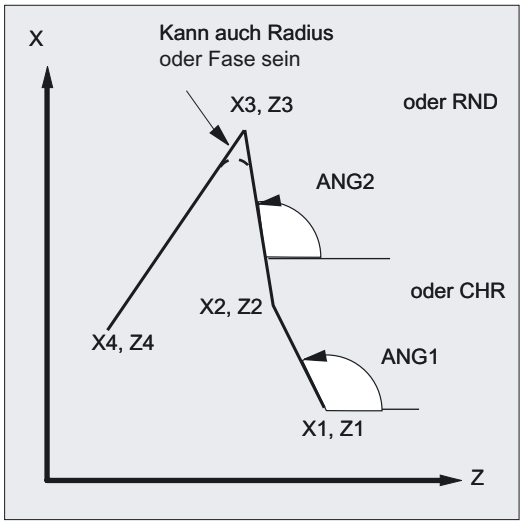
Beispiel

```
N10 X10 Z80 F1000 G18                    ;Anfahren der Startposition
N20 ANG1=148.65 CHR=5.5                  ;Gerade mit Winkel- u. Fasenangabe
N30 X85 Z40 ANG2=100                     ;Gerade mit Winkel- u. Endpunktangabe
N40 ...
```

4.14.3 Drei Geraden (ANG1, X3... Z3... ANG2, X4... Z4...)

Funktion

Der Schnittpunkt der Geraden kann als Ecke, Rundung oder als Fase ausgeführt werden. Der Endpunkt der dritten Gerade muss immer kartesisch programmiert werden.



Programmierung

ANG1…
X3… Z3… ANG2…
X4… Z4…

oder

X2… Z2…
X3… Z3…
X4… Z4…

Parameter

ANG, ANG2=	Winkel der ersten/zweiten Geraden relativ zur Abszisse
CHR	Fase
RND	Rundung
X1, Z1	Anfangskoordinaten der ersten Gerade
X2, Z2	Endpunktkoordinaten der ersten Geraden bzw. Anfangspunkt der zweiten Geraden
X3, Z3	Endpunktkoordinaten der zweiten Geraden bzw. Anfangspunkt der dritten Geraden
X4=, Z4=	Endpunktkoordinaten der dritten Geraden

Maschinenhersteller

Der Name für Winkel (ANG), Radius (RND) und Fase (CHR) ist über MD einstellbar, siehe /FBFA/ FB ISO-Dialekte.

Beispiel

```
N10 X10 Z100 F1000 G18                    ;Anfahren der Startposition
N20 ANG1=140 CHR=7,5                      ;Gerade mit Winkel- u. Fasenangabe
N30 X80 Z70 ANG2=95.824 RND=10            ;Gerade auf Zwischenpunkt mit Winkel- u.
                                          ;Rundungsangabe
N40 X70 Z50                               ;Gerade auf Endpunkt
```

4.14.4 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 Konturzuges, der aus zwei Sätzen besteht. Ist es der zweite Satz eines solchen Konturzuges, 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 Konturzuges. 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 den zweiten Satz eines Konturzuges, der aus zwei Sätzen besteht. Ging dem aktuellen Satz kein Satz mit Winkelprogrammierung ohne programmierte Achsen der aktiven Ebene voraus, so ist ein solcher Satz nicht zulässig.

Der Winkel A darf nur bei Linear- oder Splineinterpolation programmiert werden.

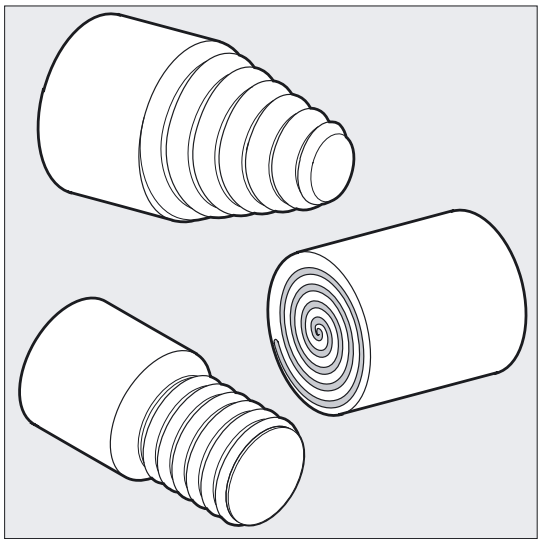
4.15 Gewindeschneiden mit konstanter Steigung (G33)

Funktion

Mit G33 lassen sich die drei Gewindearten

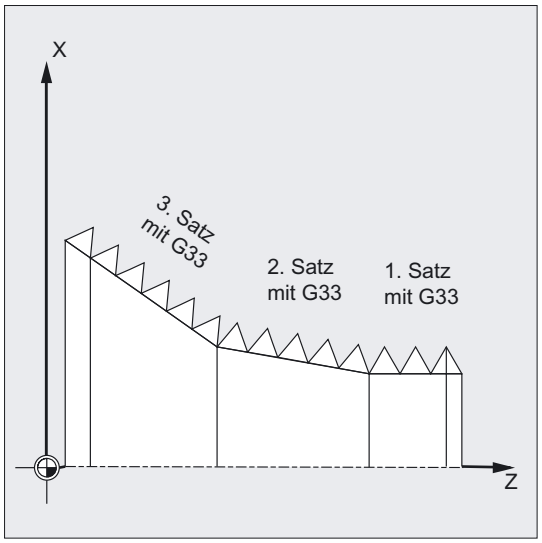
- Zylindergewinde
- Plangewinde
- Kegelgewinde

ein- oder mehrgängig und als Rechts- oder Linksgewinde fertigen.



Gewindeketten

Sie können mit mehreren, nacheinander programmierten G33-Sätzen mehrere Gewindesätze zu einer Kette aneinander reihen. Mit G64 Bahnsteuerbetrieb werden die Sätze durch vorausschauende Geschwindigkeitsführung so miteinander verbunden, dass keine Geschwindigkeitssprünge entstehen.



Rechts-/Linksgewinde

Rechts- oder Linksgewinde werden über die Drehrichtung der Spindel eingestellt:

M3: Rechtslauf

M4: Linkslauf

Programmierung

Zylindergewinde

```
G33 Z… K … SF=…
```

Plangewinde

```
G33 X… I… SF=…
```

Kegelgewinde

```
G33 X… Z… K… SF=…
```

oder

```
G33 X… Z… I… SF=…
```

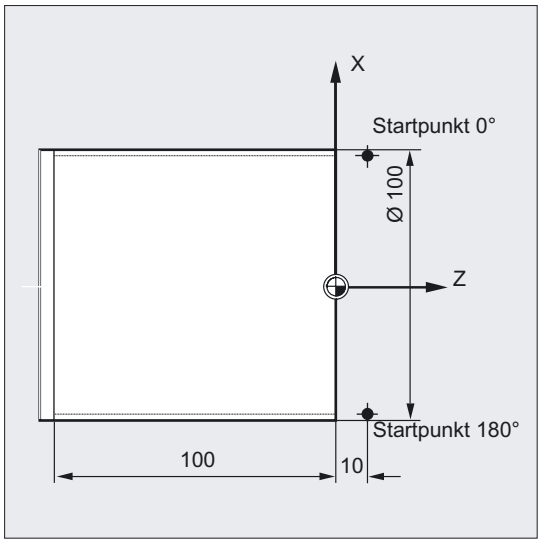
Parameter

G33	Gewindeschneiden mit konstanter Geschwindigkeit
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I	Gewindesteigung in X-Richtung
J	Gewindesteigung in Y-Richtung
K	Gewindesteigung in Z-Richtung
Z	Längsachse
X	Planachse
Z... K...	Die Gewindelänge und Gewindesteigung für Zylindergewinde
X... I...	Gewindedurchmesser und Gewindesteigung für Plangewinde
I... K...	Der für Kegelgewinde dominante Richtungsanteil in X oder Z
K (Kegelgewinde)	Steigungswinkel <45°, Gewindesteigung in Längsrichtung

```
I (Kegelgewinde)          Steigungswinkel >45°, Gewindesteigung in Planrichtung
I... oder K...            Bei =45° Gewindesteigung kann I oder K agegeben werden
SF=                       Startpunktversatz, nur notwendig bei mehrgängigen Gewinden
```

Beispiel Zweigängiges Zylindergewinde mit Startpunktversatz

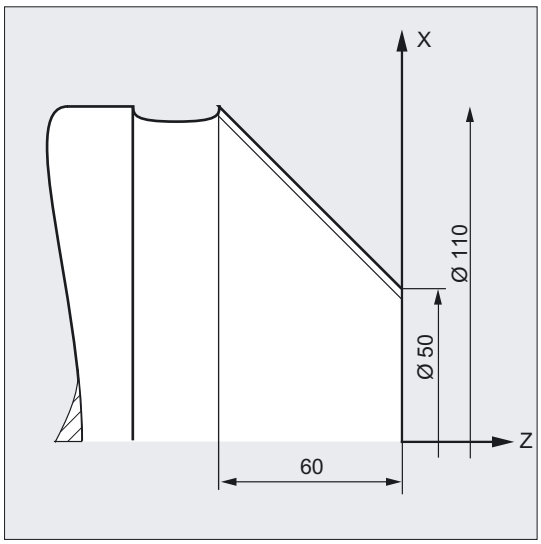
Herstellung eines zweigängigen Zylindergewindes in versetzten Schnitten mit Startpunktversatz 180°.




```
N10 G1 G54 X99 Z10 S500 F100 M3          ;Nullpunktverschiebung, Startpunkt
                                         ;anfahren, Spindel einschalten
N20 G33 Z-100 K4                         ;Zylindergewinde: Endpunkt in Z
N30 G0 X102                              ;Rückzug auf Startposition
N40 G0 Z10
N50 G1 X99
N60 G33 Z-100 K4 SF=180                  ;2. Schnitt: Startpunktversatz 180°
N70 G0 X110                              ;Werkzeug wegfahren
N80 G0 Z10                               ;Programmende
N90 M30
```

Beispiel Kegelgewinde mit Winkel kleiner 45°

Herstellung eines Kegelgewindes



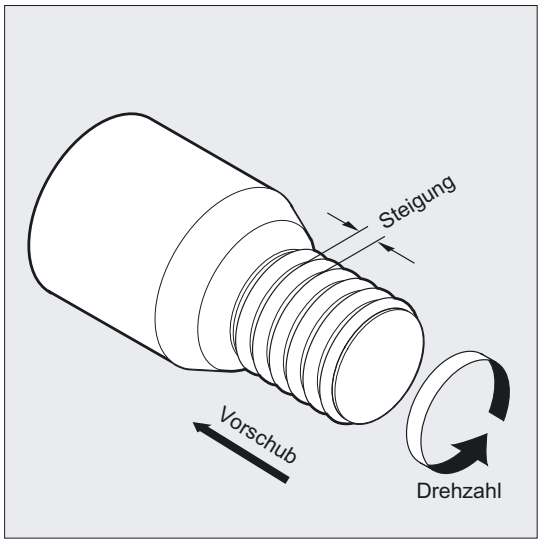

```
N10 G1 X50 Z0 S500 F100 M3              ;Startpunkt anfahren, Spindel einschalten
N20 G33 X110 Z-60 K4                    ;Kegelgewinde: Endpunkt in X und Z,
                                        ;Steigung K in Z-Richtung, da Winkel <45°
N30 G0 Z0 M30                           ;Wegfahren, Programmende
```

Voraussetzung

Technische Voraussetzung ist eine drehzahlgeregelte Spindel mit Wegmesssystem.

Prinzipielle Vorgehensweise

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.

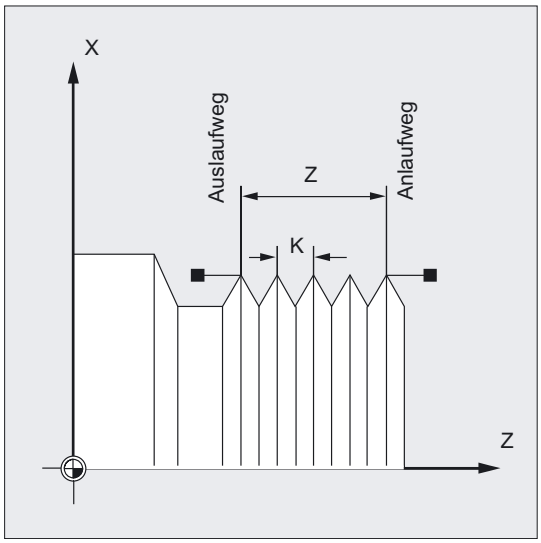


Zylindergewinde

Das Zylindergewinde wird beschrieben durch Gewindelänge und Gewindesteigung.

Die Gewindelänge wird mit einer der kartesischen Koordinaten X, Y oder Z im Absolut- oder Kettenmaß eingegeben der Bearbeitung auf 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.

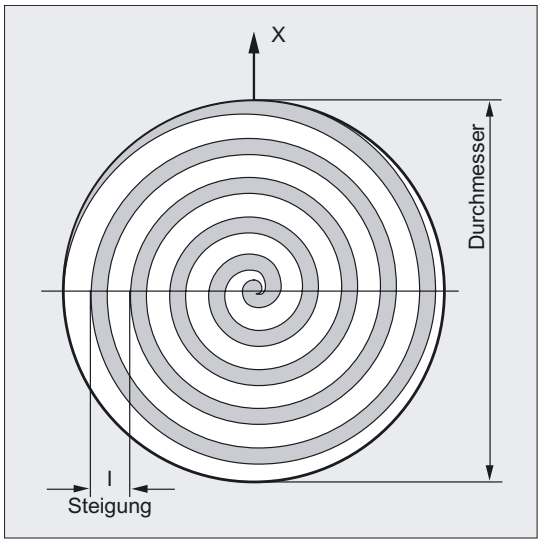


Plangewinde

Das Plangewinde wird beschrieben durch

- Gewindedurchmesser, vorzugsweise in X-Richtung
- und Gewindesteigung, vorzugsweise mit I.

Ansonsten funktioniert die Vorgehensweise wie beim Zylindergewinde.

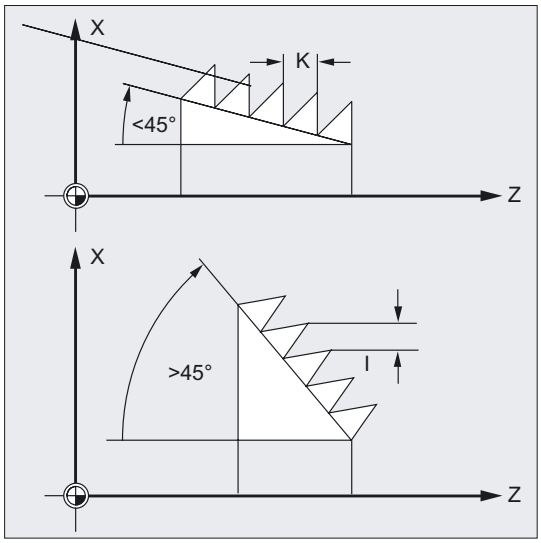


Kegelgewinde

Das Kegelgewinde wird beschrieben durch den Endpunkt in Längs- und Planrichtung (Kegelkontur) und die 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 (gerechnet wird von der Längsachse Steigungswinkel <45° zum Kegelmantel Steigungswinkel >45°).



Startpunktversatz SF - Herstellung von mehrgängigen Gewinden

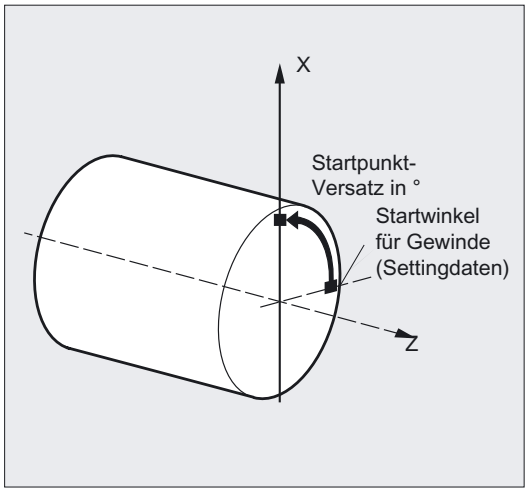
Gewinde mit versetzten Schnitten werden durch Angabe von zueinander versetzt liegenden Startpunkten im G33-Satz programmiert.

Der Startpunktversatz wird unter der Adresse SF= als absolute Winkelposition angegeben. Das zugehörige Settingdatum wird entsprechend verändert.

Beispiel: SF=45

Bedeutet: Startversatz 45°

Wertebereich: 0.0000 bis 359.999 Grad



Hinweis

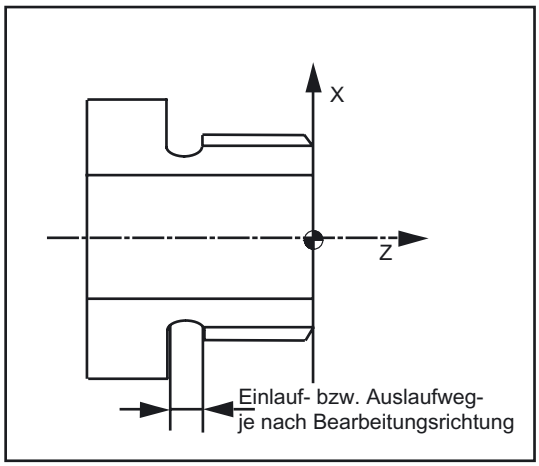
Falls kein Startpunktversatz angegeben ist, wird der in den Settingdaten festgelegte "Startwinkel für Gewinde" verwendet.

4.15.1 Programmierter Einlauf- und Auslaufweg (DITS, DITE)

Funktion

Mit den Befehlen **DITS** (Displacement Thread Start) und **DITE** (Displacement Thread End) können Sie die Bahnrampe beim Beschleunigen und Bremsenvorgeben, damit bei zu kurzem Werkzeug Ein- und Auslauf der Vorschub entsprechend angepasst werden kann:

- **Zu kurzer Einlaufweg**
  Durch den Bund am Gewindeeinlauf ist wenig Platz für die Werkzeug-Startrampe - diese muss deshalb über DITS kürzer vorgegeben werden.
- **Zu kurzer Auslaufweg**
  Durch den Bund am Gewindeauslauf ist wenig Platz für die Werkzeug-Bremsrampe, wodurch **Kollisionsgefahr** zwischen Werkstück und Schneide besteht.
  Die Werkzeug-Bremsrampe kann über DITE kürzer vorgegeben werden; trotzdem kann es zur Kollision kommen.
  Ausweg: Gewinde kürzer programmieren, Spindeldrehzahl reduzieren.



Programmierung

```
DITS=Wert
DITE=Wert
```

Parameter

DITS	Gewinde-Einlaufweg
DITE	Gewinde-Auslaufweg
Wert	Angabe des Einlauf- bzw. Auslaufwegs: -1,0,...n

Hinweis

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

Maschinenhersteller

Mit den Befehlen DITS und DITE korrespondiert das Settingdatum SD 42010: THREAD_RAMP_DISP[0,1], in das die programmierten Wege eingeschrieben werden. Wird vor oder im ersten Gewindesatz kein Einlauf-/Bremsweg programmiert, wird dieser aus dem aktuellen Inhalt vom SD 42010 bestimmt, siehe:
Literatur: /FB1/ Funktionshandbuch Grundfundfunktionen; Vorschübe (V1)

Beispiel

```
N...
N40 G90 G0 Z100 X10 SOFT M3 S500
N50 G33 Z50 K5 SF=180 DITS=1 DITE=3              ;Überschleifbeginn bei Z=53
N60 G0 X20
```

Beschreibung

Bei sehr kleinem Einlauf- und/oder Auslaufweg wird die Gewindeachse stärker beschleunigt, als es die Projektierung vorsieht. Die Achse wird dann beschleunigungsmäßig überlastet.

Für den Gewindeeinlauf wird dann der Alarm 22280 "Programmierter Einlaufweg zu kurz" gemeldet (bei entsprechender Projektierung im MD 11411: ENABLE_ALARM_MASK). Der Alarm ist rein informativ und hat keine Auswirkungen auf die Teileprogramm-Abarbeitung.

Über MD 10710: 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 SD 42010: THREAD_RAMP_DISP[0] und der unter DITE programmierte Weg in das SD 42010 THREAD_RAMP_DISP[1] übernommen.

Der programmierte Einlaufweg wird entsprechend der aktuellen Einstellung (Inch, metrisch) behandelt.

4.16 Linear progressive/degressive Gewindesteigungsänderung (G34, G35)

Funktion

Die Funktionen G34/G35 können Sie zur Realisierung von selbstscherenden Gewinden einsetzen.

Beide Funktionen G34 und G35 implizieren die Funktionalität von G33 und bieten zusätzlich die Möglichkeit unter F eine Steigungsänderung zu programmieren.

Programmierung

```
G34 X… Y… Z… I… J… K… F…
```

oder

```
G34 X… Y… Z… I… J… K… SF=…
```

oder

```
G35 X… Y… Z… I… J… K… F…
```

oder

```
G35 X… Y… Z… I… J… K… SF=…
```

Parameter

G34	Progressive Gewindesteigungsänderung (Gewindeschneiden mit linear zunehmender Steigung)
G35	Degressive Gewindesteigungsänderung (Gewindeschneiden mit linear abnehmender Steigung)
X Y Z	Endpunkt in kartesischen Koordinaten
I	Gewindesteigung in X-Richtung
J	Gewindesteigung in Y-Richtung
K	Gewindesteigung in Z-Richtung
F	Gewindesteigungsänderung (in mm/U^2)
	Ist die Anfangs- und Endsteigerung eine Gewindes bekannt, dann kann die zu programmierende Gewindesteigungsänderung nach folgender Gleichung berechnet werden:
	$F = \frac{\lvert k^2_e - k^2_a \rvert}{2 * I_G}$ $[mm/U^2]$
	Dabei bedeuten:
	Ke: Gewindesteigung der Achszielpunktkoordinate in [mm/U]
	Ka: Gewindeanfangssteigung (unter I, J, K progr.) in [mm/U]
	I_G: Gewindelänge in [mm]
SF=	Startpunktversatz, nur notwendig bei mehrgängigen Gewinden

Beispiel Steigungsabnahme

```
N1608 M3 S10                          ;Spindeldrehzahl
N1609 G0 G64 Z40 X216                 ;Startpunkt anfahren und Gewinde
N1610 G33 Z0 K100 SF=R14              ;mit konstanter Steigung 100mm/U
N1611 G35 Z-200 K100 F17.045455       ;Steigungsabnahme 17.0454 mm/U²
                                      ;Steigung am Satzende 50mm/U
N1612 G33 Z-240 K50                   ;Gewindesatz ohne Ruck fahren
N1613 G0 X218                         ;
N1614 G0 Z40                          ;
N1615 M17                             ;
```

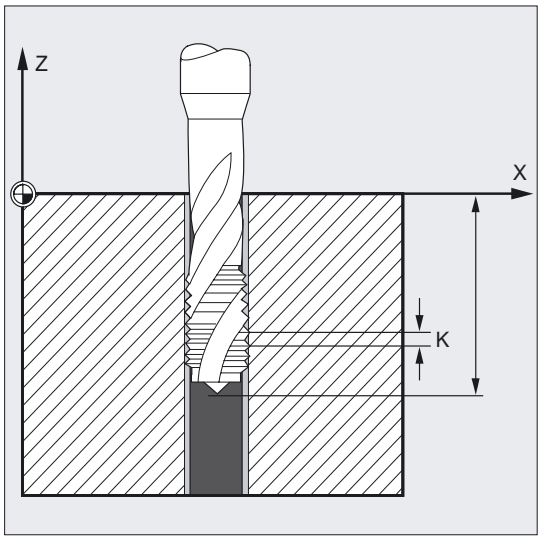
4.17 Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter (G331, G332)

Funktion

Mit G331/G332 können Sie Gewinde ohne Ausgleichsfutter bohren.

Die für Gewindebohren vorbereitete Spindel im lagegeregelten Betrieb mit Wegesystem kann die folgenden Bewegungen durchführen:

- **G331** Gewindebohren mit Gewindesteigung in Bohrrichtung bis zum Endpunkt
- **G332** Rückzugsbewegung mit der selben Steigung wie G331



Rechts-/Linksgewinde

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

- Positive Steigung, Rechtslauf (wie M3)
- Negative Steigung, Linkslauf (wie M4)

Zusätzlich wird unter der Adresse S die gewünschte Drehzahl programmiert.

Programmierung

```
G331 X… Y… Z… I… J… K…
```

oder

```
G332 X… Y… Z… I… J… K…
```

Parameter

G331	Gewindebohren. Die Bohrung wird beschrieben durch Bohrtiefe (Endpunkt des Gewindes) und Gewindesteigung.
G332	Gewindebohren Rückzug. Diese Bewegung wird mit derselben Steigung beschrieben wie die G331-Bewegung. Die Richtungsumkehr der Spindel erfolgt automatisch
X Y Z	Bohrtiefe (Endpunkt) in einer kartesischen Koordinate. Bohrung in
	X-Richtung, Gewindesteigung I
	Y-Richtung, Gewindesteigung J
	Z-Richtung, Gewindesteigung K
I	Gewindesteigung in X-Richtung
J	Gewindesteigung in Y-Richtung
K	Gewindesteigung in Z-Richtung
	Wertebereich der Steigung:
	±0.001 bis 2000.00 mm/Umdrehung

Hinweis

Beide Funktionen `G331/G332` sind modal wirksam.

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

Die technische Voraussetzung ist eine lagegeregelte Spindel mit Wegmesssystem.

Die Spindel muss mit SPOS/SPOSA für das Gewindebohren vorbereitet sein. Sie arbeitet nicht im Achsbetrieb, sondern als lagegeregelte Spindel, siehe Kapitel Vorschubregelung und Spindelbewegung "Lagegeregelter Spindelbetrieb".

Hinweis

Maschinenhersteller

In achsspezifischen Maschinendaten kann abweichend vom ersten Getriebestufen-Datensatz und auch unabhängig von diesen Drehzahlschaltschwellen ein zweiter Getriebestufen-Datensatz für zwei weitere projektierbare Schaltschwellen (Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl) voreingestellt werden. Bitte beachten Sie hierfür die Angaben des Maschinenherstellers.

Die programmierte Bohrdrehzahl in der aktuellen Getriebestufe ausgeben

Die programmierte Bohrdrehzahl z.B. S800 wird in der aktuellen Getriebestufe ausgegeben und ist gegebenenfalls auf die Maximaldrehzahl der Getriebestufe begrenzt. Ein automatischer Getriebestufenwechsel nach erfolgtem SPOS ist nicht möglich. Die Voraussetzung für den automatischer Getriebestufenwechsel M40 ist der Drehzahlsteuerbetrieb der Spindel.

Die passende Getriebestufe bei M40 wird aus den **ersten** Getriebestufen-Datensatz ermittelt.

```
N05 M40 S500                          ;Getriebestufe 1 wird eingelegt, da S500 z.B.
                                      im
                                      ;Bereich von 20 bis 1028 U/min liegt.
....
N55 SPOS=0                            ;Werkzeug positionieren
N60 G331 Z-10 K5 S800                 ;Gewinde fertigen, Spindeldrehzahl 800 U/min
                                      liegt ;Getriebestufe 1
```

Hinweis

Soll bei einer Spindeldrehzahl von 800 U/min die Getriebestufe 2 angewählt werden, so müssen die Schaltschwellen für die Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl hierfür in den betreffenden Maschinendaten projektiert werden, siehe nachfolgende Beispiele.

Anwendung des zweiten Getriebestufen-Datensatzes bei Vorgabe zweier Schaltschwellen

Die Schaltschwellen des **zweiten** Getriebestufen-Datensatzes für die Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl werden modal bei `G331/G332` und Programmierung eines S–Wertes 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.

```
N05 M40 S500                    ;Getriebestufe 1 wird angewählt
....
N50 G331 S800                   ;Masterspindel mit 2. Getriebestufendatensatz:
                                ;Getriebestufe 2 wird angewählt
N55 SPOS=0                      ;Spindel ausrichten
N60 G331 Z-10 K5                ;Gewindebohren modal mit G331, eine erneute
                                ;Programmierung ist nicht erforderlich
                                ;Spindel beschleunigt aus zweiten Datensatz
```

Keine Drehzahl programmiert führt zur Überwachung der Getriebestufe

Wird bei G331 keine Drehzahl programmiert, dann wird das Gewinde mit der zuletzt programmierten Drehzahl und Getriebestufe gefertigt.

In diesem Fall wird überacht, ob die programmierte Drehzahl im vorgegebenen Drehzahlbereich von Maximaldrehzahl und Minimaldrehzahl der aktiven Getriebestufe liegt. Anderenfalls wird der Alarm 16745 gemeldet.

```
N05 M40 S800                    ;Getriebestufe 1 wird angewählt, der
                                ;erste Getriebestufendatensatz ist aktiv
....
N55 SPOS=0
N60 G331 Z-10 K5                ;Spindeldrehzahl S800 mit 2.
                                Getriebestufendatensatz ;wird überwacht.
                                Getriebestufe 2 müsste aktiv sein,
                                ;Alarm 16745 wird gemeldet
```

Ein Getriebestufenwechsel kann nicht ausgeführt werden, Überwachung der Getriebestufe

Wird im G331–Satz zusätzlich zur Geometrie die Spindeldrehzahl programmiert, dann kann die Getriebestufe nicht gewechselt werden, weil anderenfalls die Bahnbewegung von Spindel und Zustellachse(n) nicht eingehalten werden würde.

Wie im obigen Beispiel werden im G331–Satz die Drehzahl und die Getriebestufe überwacht. Der Alarm 16745 kann gegebenenfalls gemeldet werden.

```
N05 M40 S500                    ;Getriebestufe 1 wird angewählt
....
N55 SPOS=0
N60 G331 Z-10 K5 S800           ;kein Getriebestufenwechsel ist möglich, es
                                wird die
                                ;Spindeldrehzahl S800 mit 2.
                                Getriebestufendatensatz ;überwacht.
                                Getriebestufe 2 müsste aktiv sein,
                                ;Alarm 16745 wird gemeldet
```

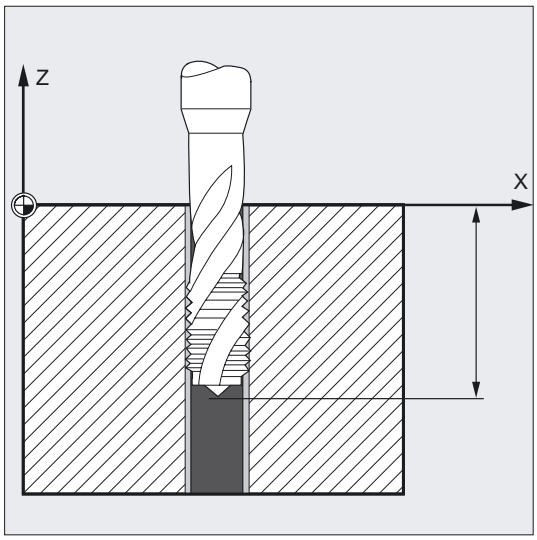
4.18 Gewindebohren mit Ausgleichsfutter (G63)

Funktion

Mit G63 können Sie Gewinde mit Ausgleichsfutter bohren. Programmiert werden

- Bohrtiefe in kartesischen Koordinaten
- Spindeldrehzahl und Spindelrichtung
- Vorschub

Über das Ausgleichsfutter werden auftretende Wegdifferenzen ausgeglichen.



Rückzugsbewegung

Programmierung ebenfalls mit G63, jedoch mit umgekehrter Spindeldrehrichtung.

Programmierung

```
G63 X… Y… Z…
```

Parameter

G63	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter.
X Y Z	Bohrtiefe (Endpunkt) in einer kartesischen Koordinate.

Hinweis

G63 ist satzweise wirksam.

Nach einem Satz mit programmiertem G63 ist der zuletzt programmierte Interpolationsbefehl G0, G1, G2… wieder aktiv.

Vorschubgeschwindigkeit

Hinweis

Der programmierte Vorschub muss zum Verhältnis Drehzahl und Gewindesteigung des Gewindebohrers passen.

Faustformel:

Vorschub F in mm/min = Spindeldrehzahl S

in U/min x Gewindesteigung in mm/U

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

Beispiel 1

```
N10 SPOS[n]=0                          ;Gewindebohren vorbereiten
N20 G0 X0 Y0 Z2                        ;Startpunkt anfahren
N30 G331 Z-50 K-4 S200                 ;Gewindebohren, Bohrtiefe 50, Steigung K
                                       ;negativ = Spindeldrehrichtung Linkslauf
N40 G332 Z3 K-4                        ;Rückzug, automatische Richtungsumkehr
N50 G1 F1000 X100 Y100 Z100 S300 M3    ;Spindel arbeitet wieder im Spindelbetrieb
N60 M30                                ;Programmende
```

Beispiel 2

In diesem Beispiel soll ein M5-Gewinde gebohrt werden. Die Steigung eines M5-Gewindes beträgt 0,8 (nach Tabelle).

Bei der gewählten Drehzahl 200 U/min beträgt der Vorschub F 160 mm/min.

```
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
```

4.19 Stop bei Gewindeschneiden (LFOF, LFON, LFTXT, LFWP, LFPOS)

4.19.1 Rückzug für Gewindeschneiden (LFON, LFOF, LIFTFAST, DILF, ALF)

Funktion

Die Funktion bewirkt eine zerstörungsfreie Unterbrechung beim Gewindeschneiden (G33). Die Funktion können Sie nicht beim Gewindebohren (G331/G332) verwenden. Bei gemischter Anwendung der beiden Funktionen ist die Verhaltensweise bei NC-Stopp/NC-RESET über Maschinendatum parametrierbar. Wurde das Gewindeschneiden unterbrochen, so bestehen mehrere Möglichkeiten den Schnellrückzug auf eine bestimmte Abhebeposition zu programmieren. Als Zielposition kann sowohl die Länge des Rückzugwegs als auch die Rückzugsrichtung festgelegt werden.

Programmierung

`LFON`

oder

`LFOF`

mit

`LIFTFAST=` (wenn als Option freigegeben)

oder

`DILF=`

oder

`ALF=`

Parameter

`LFON`	`Schnellrückzug für Gewindeschneiden (G33) freigeben`
`LFOF`	`Schnellrückzug für Gewindeschneiden (G33) sperren`
`LIFTFAST`	`Option Schnellrückzug wirkt mit LFON bei jeder Rückzugsbewegung`
`DILF`	`Rückzugsweg (Länge) festlegen`
`ALF`	`Rückzugsrichtung für die auszuführende Ebene (LFTXT) festlegen`

Hinweis

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

Beispiel Schnellrückzug Gewindeschneiden freigeben

```
N55 M3 S500 G90 G18                                ;Aktive Bearbeitungsebene
...                                                ;Anfahren der Startposition
N65 MSG ("Gewindeschneiden")                       ;Zustellen des Werkzeugs
MM_THREAD:
N67 $AC_LIFTFAST=0                                 ;Vor Beginn des Gewindes
                                                   ;zurücksetzen
N68 G0 Z5
N68 X10
N70 G33 Z30 K5 LFON DILF=10 LFWP ALF=3             ;Schnellrückzug für Gewindeschneiden
                                                   ;freigeben
                         Rückzugsweg =10mm , Rückzugsebene Z/X (wegen G18)
                         Rückzugsrichtung -X (mit ALF=3 Rückzugsrichtung +X)
N71 G33 Z55 X15 K5
N72 G1                                             ;Gewindeschneiden abwählen
N69 IF $AC_LIFTFAST GOTOB MM_THREAD                ;Wenn Gewindeschneiden unterbrochen
                                                   ;wurde
N90 MSG("")
...
N70 M30
```

Beispiel Schnellrückzug vor Gewindebohren ausschalten

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

Auslösekriterien für den Rückzug

- Schnelle Eingänge, programmierbar mit SETINT LIFTFAST (wenn Option LIFTFAST freigegeben)
- NC-Stopp/NC-RESET

Wird der schnelle Rückzug mit LFON freigegeben, wirkt er bei jeder Bewegung.

Rückzugsweg (DILF)

Der Rückzugsweg kann durch Maschinendatum oder durch Programmierung festgelegt werden. Nach NC-Reset ist immer der Wert in MD 21200: LIFTFAST_DIST aktiv.

Rückzugsrichtung (ALF)

Die Rückzugsrichtung wird in Verbindung mit **ALF** mit den Schlüsselworten **LFTXT, LFWP** und **LFPOS** gesteuert. Bei **LFTXT** ist für ALF=1 der Rückzug in Werkzeugrichtung festgelegt. Standardmäßig ist LFTXT (tangentiales Abheben in Werkzeugrichtung) eingestellt. Siehe "Abheben mit beim Rückzug LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMADK und POLFMLIN".

4.19.2 Abheben beim Rückzug (LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK; POLFMLIN)

Funktion

Mit den Befehlen LFTXT, LFWP, LFPOS; POLF können Sie beim Abheben den Rückzug ausgehend von der Abhebebewegung bis hin zur Abhebeposition gezielt programmieren. Programmiert werden die

- Rückzugsrichtung aus der Bahntangente oder die aktive Arbeitsebene
- Rückzugsrichtung auf die programmierte Position
- absolute Rückzugsposition

Dabei wird für einen gewissen Zeitraum der Achszusammenhang der programmierten Bahn oder die lineare Abhebebewegung nicht jedes Mal gewahrt. Der lineare Zusammenhang kann je nach dynamischen Verhalten aller beteiligten Achsen bis zum Erreichen der Abhebeposition nicht immer hergestellt werden. Achsen können für den unabhängigen Rückzug auf Achsposition und auf Achspositionen mit linearem Zusammenhang freigegeben werden.

Programmierung

```
LFTXT
```
oder
```
LFWP
```
oder
```
LFPOS
```
oder
```
POLF[Geoachsname | Maschinenachsname]=
```
oder
```
POLFMASK(Achsname1, Achsname2,...)
```
oder
```
POLFMLIN
```

Parameter

LFTXT	Rückzugsrichtung beim Abheben aus der Bahntangente, Standard
LFWP	Rückzugsrichtung aus der aktiven Arbeitsebene G17, G18, G19
LFPOS	Rückzugsrichtung auf die mit POLF programmierte Position
POLF	absolute Rückzugsposition der Achse, mit IC(Wert) auch inkrementell. POLF ist modal wirksam
POLFMASK	Freigabe der Achsen für den unabhängigen Rückzug auf Absolutposition
POLFMLIN	Freigabe der Achsen für den Rückzug auf Absolutposition im linearen Zusammenhang. Siehe auch /FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Achskopplung und ESR (M3)
X, Y, Z	Geometrieachsen bei POLF werden als Position im Werkstückkoordinatensystem (WKS) interpretiert
X1, Y1, Z1	Maschinenachsen bei POLF werden als Position im Maschinenkoordinatensystem (MKS) interpretiert

Beispiel

Hier wird bei einem Stopp die Bahninterpolation von X unterdrückt und stattdessen eine Bewegung mit max. Geschwindigkeit auf die Position POLF[X] interpoliert. Die Bewegung der anderen Achsen wird weiterhin durch die programmierte Kontur bzw. die Gewindesteigung und die Spindeldrehzahl bestimmt.

```
N10 G0 G90 X200 Z0 S200 M3
N20 G0 G90 X170
N22 POLF[X]=210 LFPOS
N23 POLFMASK(X)                          ;Aktivieren (freigeben) des
                                         ;Schnellabhebens von
                                         ;der Achse X
N25 G33 X100 I10 LFON
N30 X135 Z-45 K10
N40 X155 Z-128 K10
N50 X145 Z-168 K10
N55 X210 I10
N60 G0 Z0 LFOF
N70 POLFMASK()                           ;Abheben für alle Achsen sperren
M30
```

Beschreibung

Die Rückzugsrichtung wird in Verbindung mit **ALF** mit folgenden Schlüsselworten gesteuert:

- **LFTXT**
  Die Ebene, in welcher die Schnellabhebebewegung ausgeführt wird, wird aus der Bahntangente und der Werkzeugrichtung errechnet (Standardeinstellung).
- **LFWP**
  Die Ebene, in welcher die Schnellabhebebewegung ausgeführt wird, ist die aktive Arbeitsebene.
- **LFPOS**
  Rückzug der mit POLFMASK bekannt gemachten Achse auf die mit POLF programmierte absolute Achsposition. Siehe auch NC-geführtes Rückziehen im /FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Achskopplungen und ESR (M3)
  ALF hat auf mehrere Achsen und auch auf mehrere Achsen im linearen Zusammenhang keinen Einfluss auf die Abheberichtung.

In der Ebene der Rückzugsbewegung wird wie bisher mit ALF die Richtung in diskreten Schritten von Grad programmiert. Bei **LFTXT** ist für ALF=1 der Rückzug in Werkzeugrichtung festgelegt.

Bei **LFWP** ergibt sich die Richtung in der Arbeitsebene nach folgender Zuordnung:

- **G17**: X/Y-Ebene
  ALF=1 Rückzug in X-Richtung
  ALF=3 Rückzug in Y-Richtung
- **G18**: Z/X-Ebene
  ALF=1 Rückzug in Z-Richtung
  ALF=3 Rückzug in X-Richtung
- **G19**: Y/Z-Ebene
  ALF=1 Rückzug in Y-Richtung
  ALF=3 Rückzug in Z-Richtung

Rückzugsgeschwindigkeit

Rückzug mit maximaler Achsgeschwindigkeit.
Über Maschinendatum projektierbar.

Es wird mit den maximal zulässigen Beschleunigungs-/Ruckwerten verfahren; diese sind über Maschinendatum projektierbar.

Hinweis

POLF mit POLFMASK/POLFMLIN sind nicht auf den Einsatz bei Gewindeschneiden beschränkt. Siehe /FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Achskopplungen und ESR (M3).

4.20 Festpunkt anfahren (G75)

Funktion

Mit G75 können Sie Festpunkte, wie Werkzeugwechselpunkte, Beladepunkte, Palettenwechselpunkte etc., anfahren.

Die Positionen der einzelnen Punkte sind im Maschinenkoordinatensystem bestimmt und in den Maschinenparametern abgelegt.

So können Sie diese Positionen aus jedem NC-Programm unabhängig von aktuellen Werkzeug- oder Werkstückpositionen anfahren.

Programmierung

```
G75 FP= X1=0 Y1=0 Z1=0 U1=0 …
```

Parameter

G75	Festpunktanfahren. Das Anfahren von Festpunkten wird beschrieben durch Festpunkt und Achsen, die zum Festpunkt FP verfahren werden sollen
FP=	Nummer des Festpunktes, der angefahren werden soll. **Nummer der Festpunktes FP=…** Falls keine Festpunktnummer angegeben ist, wird automatisch Festpunkt 1 angefahren
X1= Y1= Z1=	Maschinenachsen, die zum Festpunkt verfahren werden sollen. **Maschinenachsadressen X1, Y1 …** Hier geben Sie die Achsen mit Wert 0 an, mit denen der Punkt gleichzeitig angefahren werden soll. Jede Achse fährt mit der maximalen axialen Geschwindigkeit

Hinweis

Pro Maschinenachse können 2 Festpunktpositionen in den Maschinenparametern bestimmt werden.

G75 ist satzweise wirksam.

Bei G75 "Festpunkt anfahren" werden alle Korrekturwerte (DRF, externe NV und überlagerte Bewegung) herausgefahren. Der Festpunkt entspricht dem Istwert im MKS.

Änderungen der DRF und externen Nullpunktverschiebung, während der G75-Satz im Vorlauf und Hauptlauf ist, werden nicht herausgefahren. Der Anwender sollte dies durch STOPRE vor dem G75 Satz verhindern.

Beim Festpunktanfahren muss die kinematische Transformation abgewählt sein.

Beispiel

Der Werkzeugwechselpunkt ist ein fester Punkt, der mit den Maschinendaten festgelegt wird.

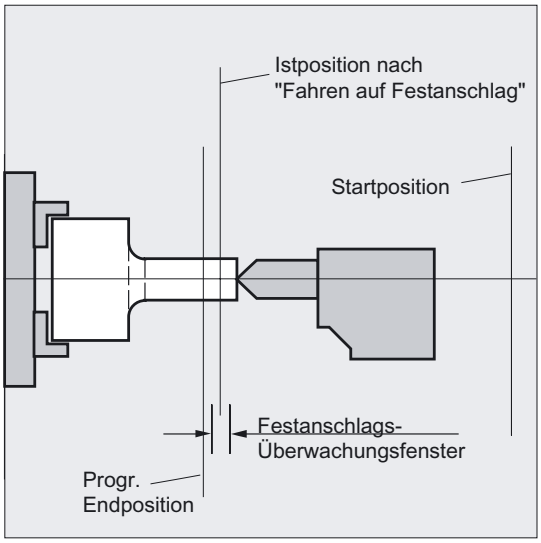
Mit G75 kann dieser Punkt aus jedem NC-Programm angefahren werden.

```
N10 G75 FP=2 X1=0 Y1=0 Z1=0              ;Festpunkt 2 in X, Y und Z abfahren,
                                         ;z. B. für Werkzeugwechsel
N20 G75 X1=0                             ;Festpunkt X1 anfahren
N30 M30                                  ;Programmende
```

4.21 Fahren auf Festanschlag (FXS, FXST, FXSW)

Funktion

Mit Hilfe der Funktion "Fahren auf Festanschlag" (FXS = Fixed Stop) 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.

Programmierung

```
FXS [Achse]=…
FXST [Achse]=…
FXSW [Achse]=…
```

Parameter

FXS	Funktion "Fahren auf Festanschlag" an-/abwählen = anwählen; 0 = abwählen
FXST	Klemmmoment einstellen Angabe in % vom maximalen Moment des Antriebs; Angabe optional
FXSW	Fensterbreite für Festanschlag-Überwachung in mm, inch oder Grad; Angabe optional
[Achse]	Maschinenachsnamen. Programmiert werden Maschinenachsen (X1, Y1, Z1 usw.) (siehe Angaben des **Maschinenherstellers**.)

Hinweis

Die Befehle sind modal wirksam. Die Adressen FXST und FXSW sind optional: Erfolgt keine Angabe, gilt jeweils der zuletzt programmierte Wert bzw. der im entsprechenden Maschinendatum eingestellte Wert.

Beispiel Fahren auf Festanschlag aktivieren FXS=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.

X250 Y100 F100 FXS[X1]=1 FXST[X1]=12.3 FXSW[X1]=2

Bedeutet:

Achse X1 wird mit Vorschub F100 (Angabe optional) auf Zielposition X=250 mm gefahren.

Das Klemmmoment beträgt 12.3% vom maximalen Antriebsmoment, die Überwachung erfolgt in einem Fenster der Breite 2 mm.

Vorsicht

Sobald die Funktion "Fahren auf Festanschlag" für eine Achse/Spindel aktiviert wurde, darf für diese Achse keine neue Position programmiert werden.

Spindeln müssen vor Anwahl der Funktion in den lagegeregelten Betrieb geschaltet werden.

Beispiel Fahren auf Festanschlag deaktivieren FXS=0

Die Abwahl der Funktion löst einen Vorlaufstopp aus.

Im Satz mit FXS=0 dürfen und sollen Verfahrbewegungen stehen:

X200 Y400 G01 G94 F2000 FXS[X1] = 0

Bedeutet:

Achse X1 wird von Festanschlag auf Position X= 200 mm zurückgezogen.

Alle weiteren Angaben sind optional.

Vorsicht

Die Verfahrbewegung auf Rückzugsposition muss vom Festanschlag wegführen, sonst sind Anschlag- oder Maschinenbeschädigung möglich.

Der Satzwechsel erfolgt nach Erreichen der Rückzugsposition. Wird keine Rückzugsposition angegeben, findet der Satzwechsel sofort nach dem Abschalten der Momentenbegrenzung statt.

Beispiel Klemmmoment FXST, 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:

```
FXST[X1]=34.57
FXST[X1]=34.57 FXSW[X1]=5
FXSW[X1]=5
```

Die Änderungen werden vor Verfahrbewegungen, die im gleichen Satz stehen, wirksam.

Wird ein neues Festanschlags-Überwachungsfenster programmiert, so ändert sich nicht nur die Fensterbreite, sondern auch der Bezugspunkt für die Fenstermitte, wenn sich die Achse vorher bewegt hat. Die Istposition der Maschinenachse bei Änderung des Fensters ist die neue Fenstermitte.

Vorsicht

Das Fenster muss so gewählt werden, dass nur ein Wegbrechen des Anschlags zum Ansprechen der Festanschlagsüberwachung führt.

Beschreibung

Bei Anwendungen kann der Anschlagsalarm vom Teileprogramm her unterdrückt werden, indem in einem Maschinendatum der Alarm maskiert wird und mit NEWCONF dieses MD wirksam gesetzt wird.

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.

Anstiegsrampe

Über Maschinendatum kann eine Anstiegsrampe für die neue Momentgrenze definiert werden, um ein sprunghaftes Einstellen der Momentgrenze (z. B. beim Eindrücken einer Pinole zu vermeiden).

Link- und Containerachsen

Fahren auf Festanschlag ist auch zulässig für

- Linkachsen
- Containerachsen

Der Zustand der zugeordneten Maschinenachse bleibt über Containerswitch hinweg erhalten.

Literatur: /FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Mehrere Bedientafeln und NCUs. (B3)

Dies gilt auch für modale Momentenbegrenzung mit FOCON (siehe "Fahren mit begrenztem Moment/Kraft").

Aktivieren aus Synchronaktionen

Beispiel:

Wenn das erwartete Ereignis ($R1) eintrifft und Fahren auf Festanschlag nicht schon läuft, soll FXS für Achse Y aktiviert werden. Das Moment soll 10% des Nennmomentes betragen. Für die Breite des Überwachungsfensters gilt der Vorbesetzungswert.

```
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.

```
N13 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.

Kombinierbarkeit

Hinweis

"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 POSA-Achsen wird der Satzwechsel unabhängig von der Festanschlagsbewegung durchgeführt.

Einschränkung

Fahren auf Festanschlag ist nicht möglich

- bei hängenden Achsen (Ausnahme: Bei 840D mit SIMODRIVE 611 digital 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, das die Achse noch folgen kann, ist zu kontrollieren, dass die Konturabweichung nicht größer ist als bei unbegrenztem Moment.

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

Funktion

In eine Konturecke können Sie folgende Elemente einfügen:

- Fase oder
- Rundung

Wollen Sie mehrere Konturecken hintereinander gleichartig verrunden, so erreichen Sie dies mit RNDM "Modales Verrunden". Mit dieser Adresse können Sie nach jedem Bewegungssatz zwischen Linear- und Kreiskonturen eine Rundung einfügen. Zum Beispiel zum Entgraten scharfer Werkstückkanten.

Den Vorschub für die Fase/Rundung können Sie mit FRC (satzweise) oder FRCM (modal) programmieren.

Sind FRC/FRCM nicht programmiert, gilt der normale Bahnvorschub F.

Programmierung

```
CHF=…
```
oder
```
CHR=…
```
oder
```
RND=…
```
oder
```
RNDM=…
```
oder
```
FRC=…
```
oder
```
FRCM=…
```

Parameter

CHF=…	Konturecke anfasen Wert = Länge der Fase (Maßeinheit entsprechend G70/G71)
CHR=…	Konturecke anfasen Programmierung der Fase in der ursprünglichen Bewegungsrichtung. Wert = Breite der Fase in der Bewegungsrichtung (Maßeinheit wie oben)
RND=…	Konturecke verrunden Wert = Radius der Rundung (Maßeinheit entsprechend G70/G71)
RNDM=…	Modales Verrunden: mehrere aufeinanderfolgende Konturecken gleichartig verrunden. Wert = Radius der Rundungen (Maßeinheit entsprechend G70/G71) Mit RNDM=0 wird das Verrunden ausgeschaltet.
FRC=…	Satzweiser Vorschub für Fase/Verrundung Wert = Vorschub in mm/min (G94) bzw. mm/Umdr (G95); FRC > 0
FRCM=…	Modaler Vorschub für Fase/Verrundung Wert = Vorschub in mm/min (G94) bzw. mm/Umdr (G95) =0: Der unter F programmierter Vorschub für die Fase/Rundung ist aktiv.

Vorschub FRC (satzweise), FRCM (modal)

Zur Optimierung der Oberflächengüte kann für die Konturelemente Fase/Rundung ein eigener Vorschub programmiert werden. FRC wirkt dabei satzweise und FRCM wirkt modal siehe Beispiele.

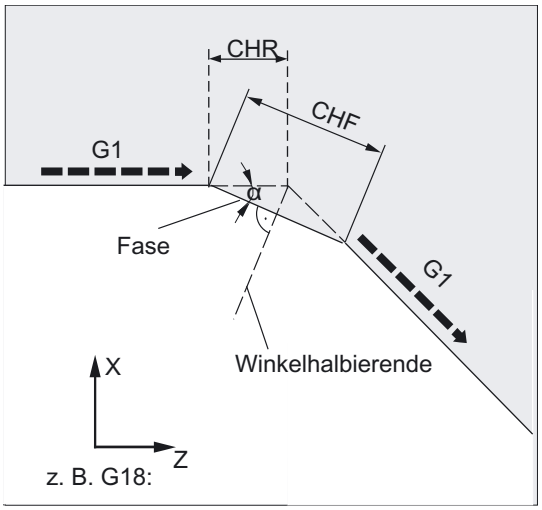
Beispiel Fase, CHF/CHR

Zum Kantenbruch fügen Sie zwischen Linear- und Kreiskonturen in beliebiger Kombination ein weiteres lineares Stück, die Fase, ein. Es stehen Ihnen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

```
N30 G1 X… Z… F… CHR=2
N40 G1 X… Z…
```

oder

```
N30 G1 X… Z… F… CHF=2(cos α ·2)
N40 G1 X… Z…
```

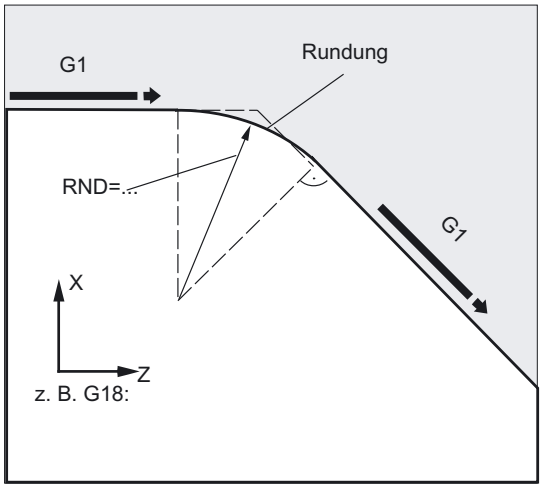


Die Fase wird nach dem Satz, in dem sie programmiert ist, eingefügt. Die Fase liegt dabei immer in der mit G17 bis G19 eingeschalteten Ebene.

Beispiel Rundung, RND

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

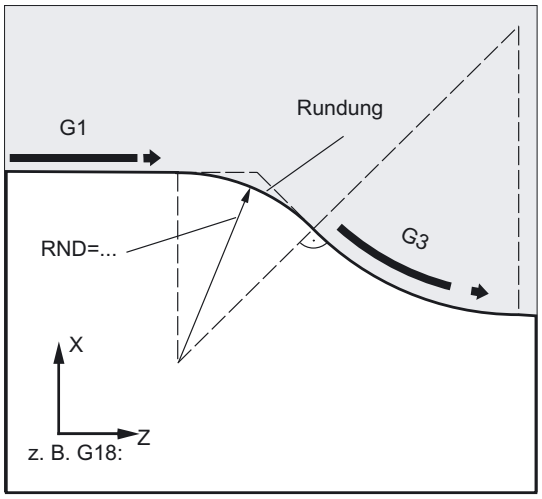
```
N30 G1 X… Z… F… RND=2
```



Die Rundung liegt dabei immer in der mit G17 bis G19 eingeschalteten Ebene. Das obere Bild zeigt das Verrunden zwischen zwei Geraden.

In dieser Darstellung sehen Sie die Verrundung zwischen Gerade und Kreis.

```
N30 G1 X… Z… F… RND=2
N40 G3 X… Z… I… K…
```



Beispiel Modales Verrunden, RNDM

Entgraten scharfer Werkstückkanten:

```
N30 G1 X… Z… F… RNDM=2 ;modales Verrunden 2mm
N40...
N120 RNDM=0 ;modales Verrunden ausschalten
```

Beispiel Fase CHF, Rundung FRCM vom Nachfolgesatz

MD CHFRND_MODE_MASK Bit0 = 0: Technologie vom Nachfolgesatz übernehmen (Default)

```
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94
N20 G1 X10 CHF=2                        ;Fase N20-N30 mit F=100 mm/min
N30 Y10 CHF=4                           ;Fase N30-N40 mit FRC=200 mm/min
N40 X20 CHF=3 FRC=200                   ;Fase N40-N60 mit FRCM=50 mm/min
N50 RNDM=2 FRCM=50
N60 Y20                                 ;modale Rundung N60-N70
                                        ;mit FRCM=50 mm/min
N70 X30                                 ;modale Rundung N70-N80
                                        ;mit FRCM=50 mm/min
N80 Y30 CHF=3 FRC=100                   ;Fase N80-N90 mit FRC=50 mm/min (modal)
N90 X40                                 ;modale Rundung N90-N100
                                        ;mit F=100 mm/min (Abwahl FRCM)
N100 Y40 FRCM=0                         ;modale Rundung N100-N120
                                        ;mit G95 FRC=1 mm/Umdr
N110 S1000 M3
N120 X50 G95 F3 FRC=1
...
M02
```

Beispiel Fase CHF, Rundung FRCM vom Vorgängersatz

MD CHFRND_MODE_MASK Bit0 = 1: Technologie vom Vorgängersatz übernehmen (empfohlen)

```
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94
N20 G1 X10 CHF=2                        ;Fase N20-N30 mit F=100 mm/min
N30 Y10 CHF=4 FRC=120                   ;Fase N30-N40 mit FRC=120 mm/min
N40 X20 CHF=3 FRC=200                   ;Fase N40-N60 mit FRCM=200 mm/min
N50 RNDM=2 FRCM=50
N60 Y20                                 ;modale Rundung N60-N70
                                        ;mit FRCM=50 mm/min
N70 X30                                 ;modale Rundung N70-N80
                                        ;mit FRCM=50 mm/min
N80 Y30 CHF=3 FRC=100                   ;Fase N80-N90 mit FRC=100 mm/min (modal)
N90 X40                                 ;modale Rundung N90-N100
                                        ;mit FRCM=50 mm/min
N100 Y40 FRCM=0                         ;modale Rundung N100-N120
                                        ;mit F=100 mm/min
```

```
N110 S1000 M3
N120 X50 CHF=4 G95 F3 FRC=1              ;Fase N120-N130 mit G95 FRC=1 mm/Umdr
N130 Y50                                 ;modale Rundung N130-N140
                                         ;mit F=3 mm/Umdr
N140 X60
...
M02
```

Beschreibung

Hinweis

Fase/Rundung

Sind die programmierten Werte für Fase (CHF/CHR) oder Rundung (RND/RNDM) für die beteiligten Konturelemente zu groß, werden Fase oder Rundung automatisch auf einen entsprechenden Wert reduziert.

Keine Fase/Rundung wird eingefügt, wenn

- keine Geraden- oder Kreiskontur in der Ebene vorhanden ist,
- eine Bewegung außerhalb der Ebene stattfindet,
- ein Wechsel der Ebene vorgenommen wird oder

eine im Maschinendatum festgelegte Anzahl von Sätzen, die keine Informationen zum Verfahren enthalten (z. B. nur Befehlsausgaben), überschritten wird.

Hinweis

FRC/FRCM

FRC/FRCM wirkt nicht, wenn eine Fase mit G0 verfahren wird; die Programmierung ist entsprechend dem F-Wert ohne Fehlermeldung möglich.

Der Bezug zu den an Fase und Rundung beteiligten Sätzen sowie der Technologie wird über Maschinendatum eingestellt.

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

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

Der unter FRC programmierte Vorschub muss größer Null sein.

FRCM=0 aktiviert den unter F programmierten Vorschub für die Rundung/Fase.

Ist FRCM programmiert, muss äquivalent zu F der FRCM-Wert bei Wechsel G94 <-> G95 usw. neu programmiert werden. Wird nur F neu programmiert, und ist vor dem Wechsel des Vorschubtyps FRCM > 0, erfolgt Fehlermeldung 10860 (Kein Vorschub programmiert).

Bahnfahrverhalten

5

5.1 Allgemeine Hinweise

5.1.1 Bahnfahrverhalten programmieren

In diesem Kapitel finden Sie die Beschreibungen zu Befehlen, mit denen Sie das Fahrverhalten an den Satzgrenzen eine optimale Anpassung für spezielle Anforderungen vornehmen wollen. So können Sie z. B. Achsen schnell genug positionieren oder Bahnkonturen über mehrere Sätze unter Berücksichtigung einer Beschleunigungsgrenze und des Überlastungsfaktors der Achsen entsprechend reduzieren. Mit zunehmender Geschwindigkeit treten größere Ungenauigkeiten der Bahnkontur auf.

Programmiert werden Bahnbefehle mit den dazugehörigen Parametern.

Prinzipelle Beschreibung

Bei Änderung der Bewegungsrichtung im Bahnsteuerbetrieb werden Konturübergänge verschliffen, indem programmierte Positionen nicht exakt angefahren werden. Dadurch lassen sich Ecken stetig mit möglichst konstanter Geschwindigkeit umfahren oder Übergänge mit zusätzlichen Befehlen optimieren. Mit der Genauhalt-Funktion können Bearbeitungen unter Einbeziehung zusätzlicher Genauigkeitskriterien so präzise wie möglich realisiert werden. Die Steuerung ermittelt mit Look Ahead automatisch für mehrere Sätze im Voraus die Geschwindigkeitsführung.

Für Achsen können Beschleunigungsvorgänge sowohl schonend für die Mechanik oder zeitoptimiert aktiviert werden. Es wird sowohl auf Bahnachsen als auch auf Positionierachsen, Geoachsen und Folgeachsen eingegangen, die sich je nach Programmablauf abhängig von den jeweiligen Sätzen der momentanen Bearbeitung auch wechseln können. Ebenso kann die Art der Vorsteuerung und welche Bahnachse mit Vorsteuerung betrieben werden soll, festgelegt werden. Bei der Bearbeitung ohne Vorsteuerung kann der maximal zulässige Konturfehler vorgegeben werden.

Zwischen zwei Sätzen der NC-Bearbeitung kann eine Verweilzeit oder ein Satz mit impliziten Vorlaufstopp erzeugt werden.

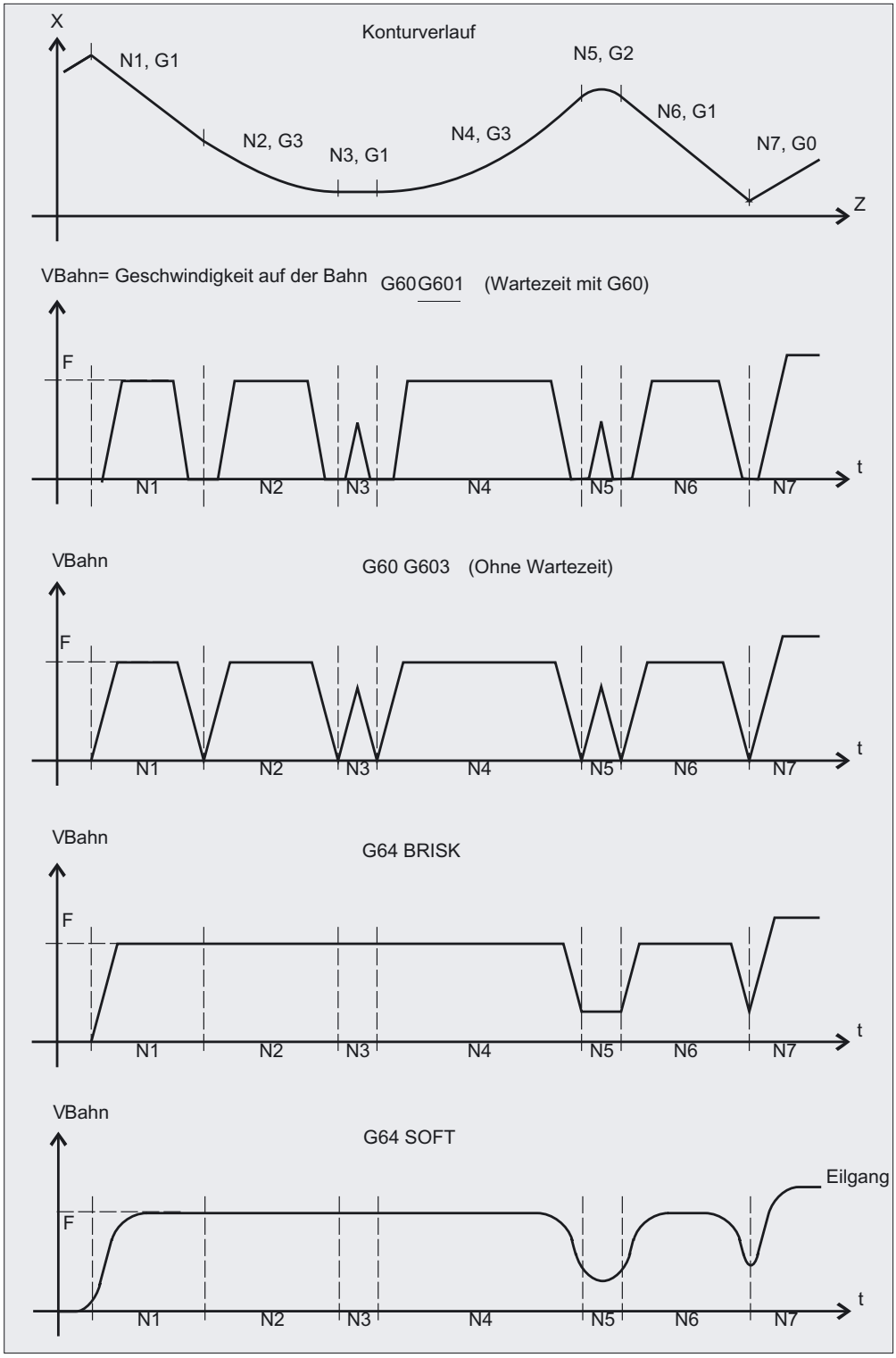
Zu jeden typischen Bahnbefehl wird ein Programmierbeispiel angegeben.

Funktionen zur Optimierung des Fahrverhaltens an den Satzgrenzen

Das Fahrverhalten an den Satzgrenzen kann mit den folgenden Funktionen optimiert werden:

- Genauhalt modal und satzweise wirksam setzen
- Genauhalt mit zusätzlichen Genauhaltsfenstern definieren
- Bahnsteuerbetrieb mit stetiger Geschwindigkeit
- Bahnsteuerbetrieb mit Angabe der Art des Überschleifens
- Bahnsteuerbetrieb mit vorausschauender Geschwindigkeitsführung
- Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsverhalten von Achsen aktivieren
- Beschleunigung von Folgeachsen prozentual beeinflussen
- Bahngeschwindigkeit glätten
- Fahren mit Vorsteuerung zur Erhöhung der Bahngenauigkeit
- Programmierbare Konturgenauigkeit einschalten
- Programmierbare Verweilzeit aktivieren

Überblick über die verschiedenen Geschwindigkeitsführungen



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

Funktion

Die Genauhalt-Funktionen werden verwendet, wenn scharfe Außenecken hergestellt oder Innenecken auf Maß geschlichtet werden sollen.

Mit den Genauhalt-Kriterien Genauhaltfenster fein und Genauhaltfenster grob bestimmen Sie, wie genau der Eckpunkt angefahren und wann zum nächsten Satz weitergeschaltet wird. Bei Interpolationsende können Sie den Satzwechsel am Satzende einleiten, wenn die Steuerung für die beteiligten Achsen die Sollgeschwindigkeit Null errechnet hat.

Programmierung

```
G60
```

oder

```
G9
```

oder

```
G601
```

oder

```
G602
```

oder

```
G603
```

Parameter

G60	Genauhalt, modal wirksam
G9	Genauhalt, satzweise wirksam
G601	Weiterschalten, wenn Positionierfenster fein erreicht ist
G602	Weiterschalten, wenn Positionierfenster grob erreicht ist
G603	Weiterschalten, wenn Sollwert (Interpolationsende) erreicht ist

Die Genauhaltgrenzen fein und grob sind für jede Achse über Maschinendatum einstellbar. Es wird die Geschwindigkeit bis zum Erreichen der genauen Zielposition am Ende des Satzes gegen Null abgebremst.

Hinweis

G601, G602 und G603 wirken nur bei aktivem G60 oder G9.

Beispiel

```
N5 G602                                 ;Genauhaltfenster grob
N10 G0 G60 Z...                         ;Genauhalt modal aktiv
N20 X... Z...                           ;G60 wirkt weiterhin
...
N50 G1 G601                             ;Genauhaltfenster fein
N80 G64 Z...                            ;Umschalten auf Bahnsteuerbetrieb
...
N100 G0 G9                              ;Genauhalt wirkt nur in diesen Satz
N111 ...                                ;wieder Bahnsteuerbetrieb
```

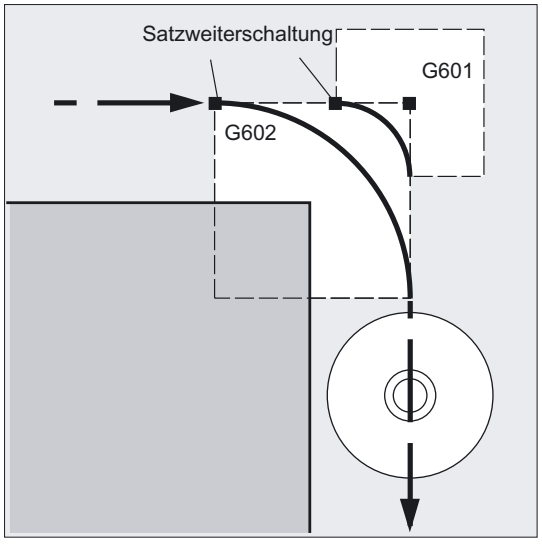
Beschreibung

Genauhalt, G60, G9

G9 erzeugt im aktuellen Satz den Genauhalt, G60 im aktuellen Satz und in allen nachfolgenden Sätzen.

Mit den Bahnsteuerbetrieb-Funktionen G64 oder G641 wird G60 ausgeschaltet.

G601/G602



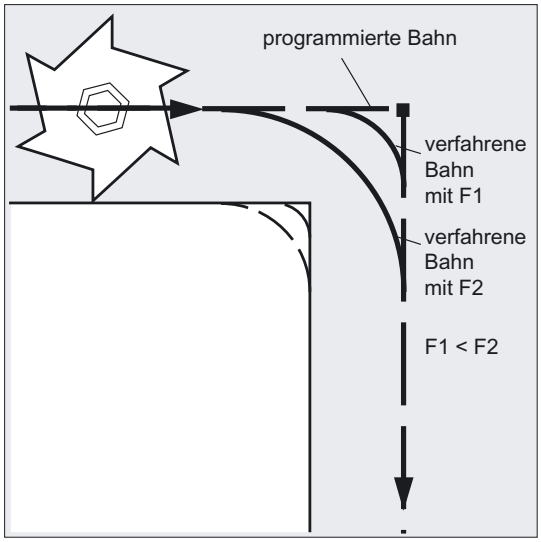
Die Bewegung wird abgebremst und am Eckpunkt kurz angehalten.

Hinweis

Setzen Sie die Genauhaltgrenzen nur so eng wie nötig. Je enger die Grenzen gefasst sind, desto länger dauert der Lageabgleich und das Anfahren der Zielposition.

Interpolationsende, G603

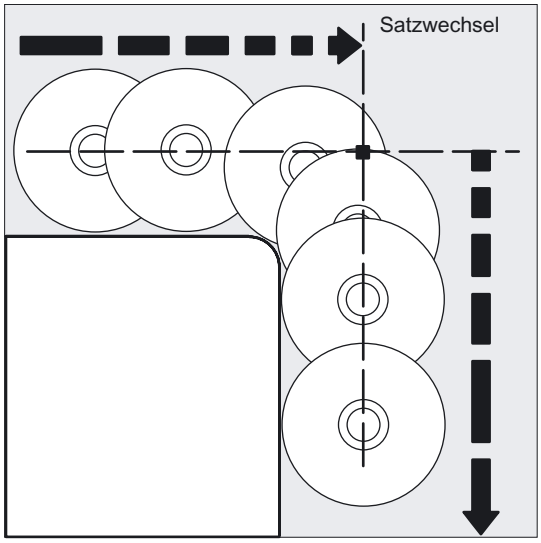
Der Satzwechsel wird eingeleitet, wenn die Steuerung für die beteiligten Achsen die Sollgeschwindigkeit Null errechnet hat. Zu diesem Zeitpunkt liegt der Istwert – abhängig von der Dynamik der Achsen und der Bahngeschwindigkeit – um einen Nachlaufanteil zurück. Hierdurch lassen sich Werkstückecken verschleifen.



Befehlsausgaben

In allen drei Fällen gilt:

Die im NC-Satz programmierten Hilfsfunktionen werden nach Bewegungsende geschaltet.



Hinweis

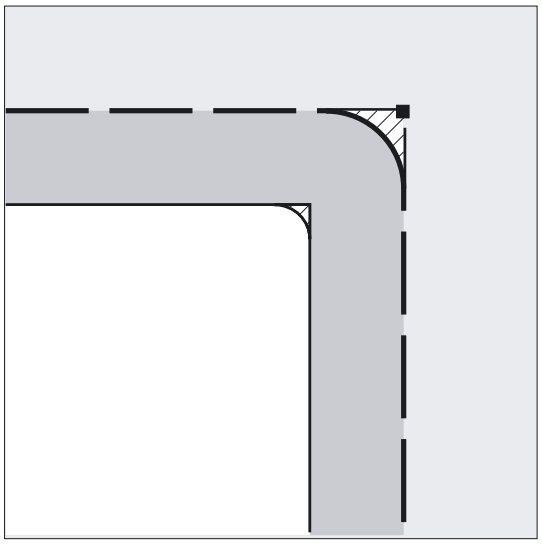
Maschinenhersteller

In einem Maschinendatum kann kanalspezifisch hinterlegt werden, dass abweichend von den programmierten Genauhalt-Kriterien voreingestellte Kriterien automatisch verwendet werden. Diese werden ggf. vorrangig vor den programmierten Kriterien berücksichtigt. Es können Kriterien für G0 und die übrigen G-Befehle der 1. G-Code-Gruppe gesondert hinterlegt sein, siehe
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt und Look Ahead (B1)

5.3 Bahnsteuerbetrieb (G64, G641, G642, G643, G644)

Funktion

Im Bahnsteuerbetrieb wird die Kontur mit konstanter Bahngeschwindigkeit hergestellt. Der gleichmäßige Geschwindigkeitsverlauf bewirkt bessere Schnittbedingungen, erhöht die Oberflächenqualität und verringert die Bearbeitungszeit.



Hinweis

Der Bahnsteuerbetrieb wird durch Sätze, die implizit Vorlaufstopp auslösen (z.B. Zugriff auf bestimmte Zustandsdaten der Maschine ($A...)), unterbrochen. Entsprechendes gilt für die Hilfsfunktionsausgaben.

Programmierung

Achtung

Im Bahnsteuerbetrieb werden die programmierten Konturübergänge nicht exakt angefahren.

Wird eine durch G641, G642, G643, G644 erzeugte Überschleifbewegung unterbrochen, wird beim nachfolgenden Repositionieren (REPOS) nicht der Unterbrechungspunkt angefahren, sondern der Eckpunkt der Originalkontur.

Scharfe Ecken erzeugen Sie mit G60 bzw. G9.

```
G64
```
oder
```
G641 ADIS=…
```
oder
```
G641 ADISPOS=…
```
oder
```
G642 ADIS=…
```
oder
```
G642 ADISPOS=…
```
oder
```
G643 ADIS=…
```
oder
```
G643 ADISPOS=…
```
oder
```
G644
```

Hinweis

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

Während des Bahnsteuerbetriebs wird eine Meldung aus dem Teileprogramm auch als ausführbarer Satz ausgegeben, wenn MSG mit dem 2. Aufrufparameter = 1 programmiert wird.

```
MSG("Text", 1)
```

Parameter

G64	Bahnsteuerbetrieb
G641	Bahnsteuerbetrieb mit programmierbarem Übergangsverschleifen
G642	Überschleifen mit axialer Toleranz, wird modal eingeschaltet
G643	Satzinternes Überschleifen
G644	Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik
ADIS=...	Überschleifabstand für Bahnfunktionen G1, G2, G3, …
ADISPOS=...	Überschleifabstand für Eilgang G0
MSG	Meldung solange anzeigen, bis die nächste Meldung ansteht
"Text"	Zeichenkette vom Typ STRING
2. Parameter = 1	Für MSG wird explizit ein ausführbarer Satz erzeugt. Wird die Prozedur MSG ohne 2. Parameter programmiert, wird die Meldung "Text" mit dem nächsten ausführbaren Satz ausgegeben.

Überschleifen mit ADIS und ADISPOS

Hinweis

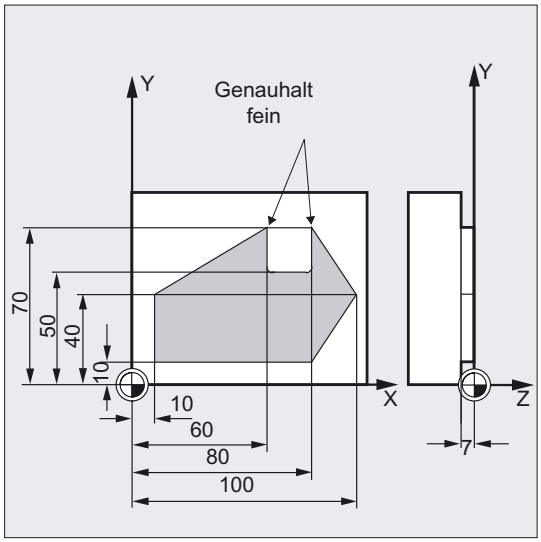
Überschleifen ist kein Ersatz für Eckenrunden (RND). Der Anwender sollte keine Annahme darüber treffen, wie die Kontur innerhalb des Überschleifbereichs aussieht. Insbesondere kann die Art des Überschleifens auch von dynamischen Gegebenheiten, z. B. der Bahngeschwindigkeit abhängen. Überschleifen an der Kontur macht daher nur mit kleinen ADIS-Werten einen Sinn. Wenn an der Ecke ausnahmslos eine definierte Kontur gefahren werden soll, muss RND verwendet werden.

ADISPOS wird zwischen G0-Sätzen verwendet. Beim Positionieren kann damit der Achsverlauf stark geglättet und die Verfahrzeit verringert werden.

Wird kein ADIS/ADISPOS programmiert, gilt der Wert Null und damit das Fahrverhalten wie bei G64. Bei kurzen Fahrwegen wird der Überschleifabstand automatisch (bis max. 36%) reduziert.

Beispiel

Bei diesem Werkstück werden die beiden Außenecken an der Nut exakt angefahren, ansonsten wird im Bahnsteuerbetrieb gefertigt.




```
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 Y 10
N110 X10
N120 G40 G0 X-20                            ;Bahnkorrektur ausschalten
N130 Z10 M30                                ;Werkzeug wegfahren, Programmende
```

Hinweis

Ein Beispiel zum Überschleifen mit G643 siehe auch:

Literatur

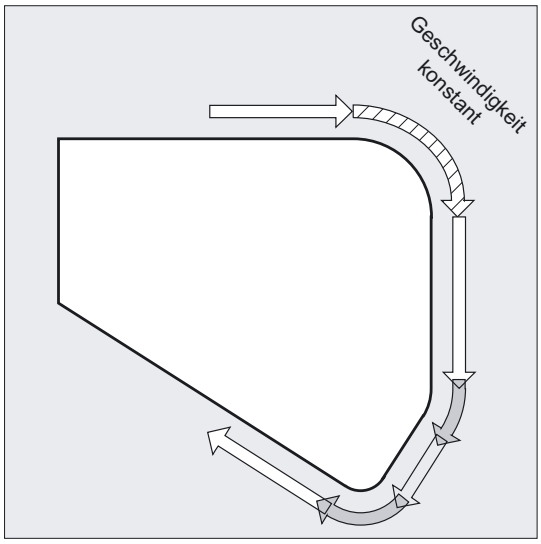
/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Spezielle Wegbefehle,
Kapitel "Einstellbarer Bahnbezug (SPATH, UPATH)

Bahnsteuerbetrieb, G64

Im Bahnsteuerbetrieb fährt das Werkzeug bei tangentialen Konturübergängen mit möglichst konstanter Bahngeschwindigkeit (kein Abbremsen an den Satzgrenzen). Vor Ecken (G9) und Sätzen mit Genauhalt wird vorausschauend gebremst (Look Ahead, siehe folgende Seiten).

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

Literatur:
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt u. Look Ahead (B1)



Hinweis

Der Überlastfaktor ist im Maschinendatum 32310 einstellbar. Wie stark die Konturübergänge verschliffen werden, hängt von der Vorschubgeschwindigkeit und dem Überlastfaktor ab. Mit `G641` können Sie den gewünschten Überschleifbereich explizit angeben.

Überschleifen kann und soll die Funktionen für definiertes Glätten: RND, RNDM, ASPLINE, BSPLINE, CSPLINE nicht ersetzen.

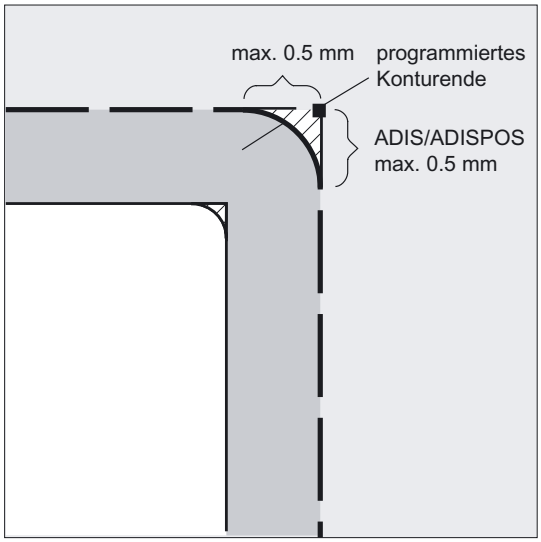
Bahnsteuerbetrieb mit programmierbarem Übergangsverschleifen, G641

Bei `G641` fügt die Steuerung an Konturübergängen Übergangselemente ein. Mit `ADIS=…` bzw. `ADISPOS=…` können Sie angeben, wie stark die Ecken verschliffen werden. `G641` wirkt ähnlich wie RNDM, ist aber nicht auf die Achsen der Arbeitsebene beschränkt.

Beispiel: `N10 G641 ADIS=0.5 G1 X... Y...`

Der Überschleifsatz darf frühestens 0,5 mm vor dem programmierten Satzende beginnen und muss 0,5 mm nach Satzende beendet sein. Diese Einstellung bleibt modal wirksam.

G641 arbeitet ebenfalls mit vorausschauender Geschwindigkeitsführung Look Ahead. Überschleifsätze mit hoher Krümmung werden mit verringerter Geschwindigkeit angefahren.



Bahnsteuerbetrieb G64/G641 über mehrere Sätze

Um einen unerwünschten Stopp der Bahnbewegung zu vermeiden (Freischneiden) ist zu beachten:

Hilfsfunktionsausgaben führen zu einem Stopp (Ausnahme: Schnelle Hilfsfunktionen und Hilfsfunktionen während Bewegungen).

Zwischenprogrammierte Sätze mit **nur** Kommentaren, Rechensätzen oder Unterprogrammaufrufen stören dagegen nicht.

Erweiterungen des Überschleifens

Sind nicht alle Bahnachsen in FGROUP enthalten, wird es an Satzübergängen für die nicht enthaltenen Achsen häufig einen Geschwindigkeitssprung geben, den die Steuerung durch ein Absenken der Geschwindigkeit am Satzwechsel auf den durch MD 32300: MAX_AX_ACCEL und MD 32310: MAX_ACCEL_OVL_FACTOR erlaubten Wert begrenzt. Dieses Abbremsen lässt sich vermeiden, wenn man den vorgegebenen Positionszusammenhang der Bahnachsen durch ein Überschleifen aufweicht.

Überschleifen mit G641

Mit G641 und Angabe eines Überschleifradius ADIS (bzw. ADISPOS im Eilgang) für Bahnfunktionen wird ein Überschleifen modal eingeschaltet. Innerhalb dieses Radius um den Satzwechselpunkt ist die Steuerung frei, den Bahnzusammenhang aufzulösen und durch einen dynamisch optimalen Weg zu ersetzen. **Nachteil:** Für alle Achsen steht nur **ein** ADIS-Wert zur Verfügung.

Überschleifen mit axialer Genauigkeit mit G642

Mit G642 wird ein Überschleifen mit axialen Toleranzen modal eingeschaltet. Das Überschleifen findet nicht innerhalb eines definierten ADIS-Bereichs statt, sondern es werden die mit MD 33100: COMPRESS_POS_TOL definierten **axialen** Toleranzen eingehalten. Ansonsten ist die Funktionsweise identisch mit G641.

Bei G642 wird der Überschleifweg aus dem **kürzesten** Überschleifweg aller Achsen bestimmt. Dieser Wert wird bei der Erzeugung eines **Überschleifsatzes** berücksichtigt.

Satzinternes Überschleifen mit G643

Die **maximalen** Abweichungen von der **exakten Kontur** werden beim Überschleifen mit G643 durch die Maschinendaten MD 33100: COMPRESS_POS_TOL[...] für jede Achse festgelegt. Mit G643 wird kein eigener Überschleifsatz gebildet, sondern es werden achsspezifisch satzinterne Überschleifbewegungen eingefügt. Bei G643 kann der Überschleifweg jeder Achse **unterschiedlich** sein.

Überschleifen mit Konturtoleranz bei G642 und G643

Mit den im Folgenden beschriebenen Erweiterungen wird das G642 und das G643 verfeinert und ein **Überschleifen mit Konturtoleranz** eingeführt. Beim Überschleifen mit G642 und G643 werden normalerweise die erlaubten Abweichungen jeder Achse vorgegeben.

Mit dem MD 20480: SMOOTHING_MODE kann das Überschleifen mit G642 und G643 so konfiguriert werden, dass anstelle der achsspezifischen Toleranzen eine Konturtoleranz und eine Orientierungstoleranz vorgegeben werden können. Dabei wird die Toleranz der **Kontur** und der **Orientierung** mit zwei unabhängigen Settingdaten eingestellt, die im NC programmiert werden können, und damit für jeden Satzübergang anders vorgegeben werden können.

Settingdaten

SD 42465: SMOOTH_CONTUR_TOL

Mit diesem Settingdatum wird die **maximale** Toleranz beim Überschleifen für die Kontur festgelegt.

SD 42466: SMOOTH_ORI_TOL

Mit diesem Settingdatum wird die **maximale** Toleranz beim Überschleifen für die **Werkzeugorientierung** festgelegt (Winkelabweichung).

Dieses Datum ist nur wirksam, falls eine **Orientierungstransformation** aktiv ist. Sehr unterschiedliche Vorgaben für die Konturtoleranz und die Toleranz der Werkzeugorientierung können sich nur bei G643 auswirken.

Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik bei G644

Überschleifen mit maximal möglicher Dynamik wird mit `G644` aktiviert und mit MD 20480: SMOOTHING_MODE in der Tausenderstelle konfiguriert. Es bestehen die Möglichkeiten:

0:
Vorgabe der maximalen axialen Abweichungen mit dem MD 33100: 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 den MD 32440: LOOKAH_FREQUENCY. Der Überschleifbereich wird so festgelegt, dass bei der Überschleifbewegung keine Frequenzen auftreten, die die vorgegebene maximale Frequenz überschreiten.

3:
Beim Überschleifen mit `G644` werden weder die Toleranz noch der Überschleifabstand überwacht. Jede Achse fährt mit maximal möglicher Dynamik um eine Ecke.
Bei **SOFT** wird hierbei sowohl die maximale Beschleunigung als auch der maximale Ruck jeder Achse eingehalten.
Bei **BRISK** wird der Ruck nicht begrenzt, sondern jede Achse fährt mit maximal möglicher Beschleunigung.

Literatur:
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt u. Look Ahead (B1)

Kein Überschleifsatz/keine Überschleifbewegung

Befehlsausgaben

Hilfsfunktionen, die nach Bewegungsende oder vor der nächsten Bewegung geschaltet werden, unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb.

Positionierachsen

Positionierachsen fahren immer nach dem Genauhaltprinzip, Positionierfenster fein (wie G601). Falls in einem NC-Satz auf Positionierachsen gewartet werden muss, wird der Bahnsteuerbetrieb der Bahnachsen unterbrochen.

In den folgenden 3 Konstellationen wird Überschleifen nicht ausgeführt:

1. Zwischen beiden Sätzen **wird angehalten**. Dies tritt auf, wenn ...
   - 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.
   - 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).
2. Der Überschleifsatz würde Teileprogrammbearbeitung **verlangsamen**. Dies tritt auf, wenn ...
   - zwischen sehr kurzen Sätzen ein Überschleifsatz eingefügt wird. Da jeder Satz mindestens einen Interpolationstakt benötigt, würde der eingefügte Zwischensatz dann die Bearbeitungszeit verdoppeln.
   - ein Satzübergang mit `G64` (Bahnsteuerbetrieb ohne Überschleifen) ohne Geschwindigkeitsreduzierung überfahren werden darf. Überschleifen würde die Bearbeitungszeit erhöhen. Das heißt der Wert des erlaubten Overload-Faktors (MD 32310: MAX_ACCEL_OVL_FACTOR) hat Einfluss darauf, ob ein Satzübergang überschliffen wird oder nicht. Der Overload-Faktor wird nur beim Überschleifen mit `G641/G642` berücksichtigt. Beim Überschleifen mit `G643` hat der Overload-Faktor keinen Einfluss.
   - Dieses Verhalten kann auch für `G641` und `G642` eingestellt werden, indem das MD 20490: IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS = TRUE gesetzt wird.
3. Das Überschleifen ist **nicht parametriert**. Dies tritt auf, wenn bei `G641 ...`
   - in G0-Sätzen `ADISPOS== 0` ist (Vorbelegung!).
   - in Nicht-G0-Sätzen `ADIS== 0` ist (Vorbelegung!).
   - Beim Übergang zwischen G0 und Nicht-G0 bzw. Nicht-G0 und G0 gilt der kleinere Wert aus `ADISPOS` und `ADIS`.

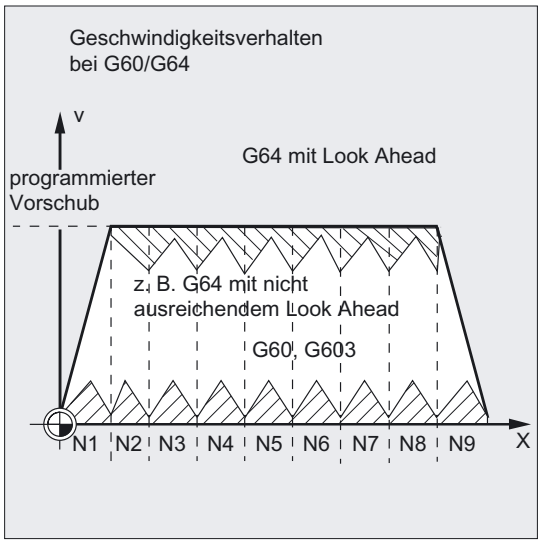
Bei `G642/G643`, wenn alle achsspezifischen Toleranzen gleich Null sind.

Vorausschauende Geschwindigkeitsführung Look Ahead

Im Bahnsteuerbetrieb mit `G64` oder `G641` ermittelt die Steuerung automatisch für mehrere NC-Sätze im vorraus die Geschwindigkeitsführung. Hierdurch kann bei annähernd tangentialen Übergängen über mehrere Sätze hinweg beschleunigt und gebremst werden.

Vor allem Bewegungsketten, die sich aus kurzen Fahrwegen zusammensetzen, lassen sich durch vorausschauende Geschwindigkeitsführung mit hohen Bahnvorschüben herstellen.

Die Anzahl der NC-Sätze, über die maximal vorausgeschaut wird, lässt sich über Maschinendatum einstellen.



Hinweis

Die Vorausschau über mehr als einen Satz ist eine Option.

Bahnsteuerbetrieb im Eilgang G0

Auch für das Fahren im Eilgang muss eine der genannten Funktionen G60/G9 oder `G64/G641` angegeben werden. Ansonsten wirkt die über Maschinendatum eingegebene Voreinstellung.

Durch Setzen von MD 20490: IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS werden Satzübergänge immer unabhängig vom eingestellten Overload-Faktor überschliffen.

5.4 Beschleunigungsverhalten

5.4.1 Beschleunigungsmodi (BRISK, SOFT, DRIVE)

Funktion

BRISK, BRISKA: Die Achsschlitten fahren mit maximaler Beschleunigung bis zum Erreichen der Vorschubgeschwindigkeit. BRISK ermöglicht zeitoptimales Arbeiten, allerdings mit Sprüngen im Beschleunigungsverlauf.

SOFT, SOFTA: Die Achsschlitten fahren mit stetiger Beschleunigung bis zum Erreichen der Vorschubgeschwindigkeit. Durch den ruckfreien Beschleunigungsverlauf ermöglicht SOFT höhere Bahngenauigkeit und geringere Maschinenbelastung.

DRIVE, DRIVEA: Die Achsschlitten fahren mit maximaler Beschleunigung bis zu einer über Maschinendatum eingestellten Geschwindigkeitsgrenze. Danach erfolgt eine Beschleunigungsreduktion entsprechend Maschinendaten bis zum Erreichen der Vorschubgeschwindigkeit. Dadurch ist eine optimale Anpassung des Beschleunigungsverlaufes an eine vorgegebene Motorkennlinie beispielsweise für Schrittantriebe möglich.

Programmierung

```
BRISK
BRISKA(Achse1,Achse2,…)
```

oder

```
SOFT
SOFTA(Achse1,Achse2,…)
```

oder

```
DRIVE
DRIVEA(Achse1,Achse2,…)
```

Parameter

BRISK	Sprunghafte Beschleunigung der Bahnachsen
BRISKA (Achse1,Achse2,…)	Sprungförmige Achsbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten
SOFT	Ruckbegrenzte Beschleunigung der Bahnachsen
SOFTA (Achse1,Achse2,…)	Ruckbegrenzte Achsbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten
DRIVE	Reduzierung der Beschleunigung oberhalb einer über $MA_ACCEL_REDUCTION_SPEED_POINT einstellbaren Geschwindigkeit für Bahnachsen (gilt nur für FM-NC)
DRIVEA (Achse1,Achse2,…)	Reduzierung der Beschleunigung oberhalb einer über $MA_ACCEL_REDUCTION_SPEED_POINT einstellbaren Geschwindigkeit für die programmierten Achsen (gilt nur für FM-NC)
(Achse1,Achse2,…)	Das über Maschinendatum $MA_POS_AND JOG_JERK_ENABLE oder $MA_ACCEL_TYPE_DRIVE eingestellte Beschleunigungsverhalten wirkt für die

```
                                    programmierten Achsen
```

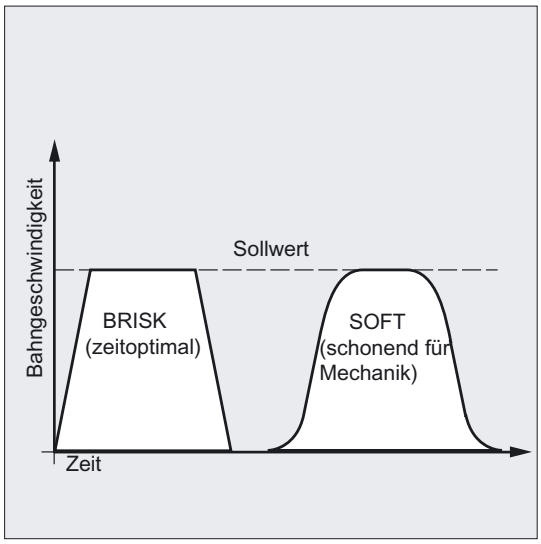
Hinweis

Ein Wechsel zwischen BRISK und SOFT verursacht einen Stopp am Satzübergang. Über Maschinendatum lässt sich das Beschleunigungsverhalten für die Bahnachsen einstellen.

Außer der bahnbezogenen Ruckbegrenzung, die bei den Betriebsarten MDA und AUTO auf Bahnachsen wirken, existiert die achsbezogene Ruckbegrenzung, die auf Positionierachsen und beim Verfahren von Achsen im JOG-Betrieb wirken kann.

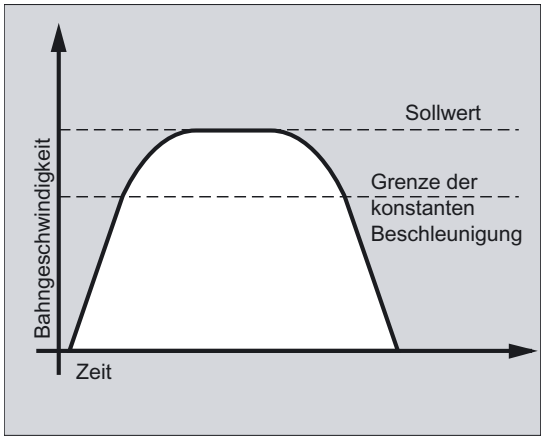
Beispiel BRISK und SOFT

```
N10 G1 X… Y… F900 SOFT
N20 BRISKA(AX5,AX6)
```



Beispiel DRIVE, DRIVEA

```
N05 DRIVE
N10 G1 X… Y… F1000
N20 DRIVEA (AX4, AX6)
```



5.4.2 Beeinflussung der Beschleunigung bei Folgeachsen (VELOLIMA, ACCLIMA, JERKLIMA)

Funktion

Die in der Programmieranleitung Arbeitsvorbereitung beschriebenen Achskopplungen: Tangentiale Nachführung, Mitschleppen, Leitwertkopplung und Elektronisches Getriebe haben die Eigenschaft, dass abhängig von einer oder mehreren Leitachsen/-spindeln Folgeachsen/-spindeln verfahren werden.

Die Befehle zur Korrektur der Begrenzungen für die Dynamik der Folgeachse dürfen aus dem Teileprogramm heraus oder aus Synchronaktionen gegeben werden. Die Befehle zur Korrektur der Begrenzungen der Folgeachse können bei bereits aktiver Achskopplung gegeben werden.

Programmierung

`VELOLIMA[AX4]=75`	`75% der im Maschinendatum hinterlegten axialen Maximalgeschwindigkeit`
`ACCLIMA[AX4]=50`	`50% der im Maschinendatum hinterlegten axialen Maximalbeschleunigung`
`JERKLIMA[AX4]=50`	`50% der im Maschinendatum hinterlegten Ruck bei Bahnbewegung`

Parameter

```
VELOLIMA[Ax],      Verändern der Grenze für maximale Geschwindigkeit bei Folgeachse
ACCLIMA[Ax],       Verändern der Grenze für maximale Beschleunigung bei Folgeachse
JERKLIMA[Ax],      Verändern der Grenze für maximalen Ruck bei Folgeachse
```

Hinweis

JERLIMA[Ax] ist nicht für alle Kopplungsarten verfügbar. Details zur Funktion sind beschrieben in:
Literatur:
/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Achskopplungen und ESR (M3)
/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Synchronspindel (S3)

Beispiel Elektronisches Getriebe

Achse 4 wird über eine Kopplung Elektronisches Getriebe an Achse X gekoppelt. Das Beschleunigungsvermögen der Folgeachse wird auf 70% der maximalen Beschleunigung begrenzt. Die maximal zulässige Geschwindigkeit wird auf 50% der maximalen Geschwindigkeit begrenzt. Nach erfolgter Einschaltung der Kopplung wird die maximal zulässige Geschwindigkeit wieder auf 100% gesetzt.

```
N120 ACCLIMA[AX4]=70                          ;reduzierte maximale Beschleunigung
N130 VELOLIMA[AX4]=50                         ;reduzierte maximale Geschwindigkeit
...
N150 EGON(AX4, "FINE", X, 1, 2)               ;Einschalten der EG-Kopplung
...
N200 VELOLIMA[AX4]=100                        ;volle Maximalgeschwindigkeit
```

Beispiel Leitwertkopplung per statische Synchronaktion beeinflussen

Achse 4 wird mittels Leitwertkopplung an X gekoppelt. Das Beschleunigungsverhalten wird per statische Synchronaktion 2 ab Position 100 auf 80 Prozent begrenzt.

```
N120 IDS=2 WHENEVER $AA_IM[AX4] > 100         ;Synchronaktion
 DO ACCLIMA[AX4]=80
N130 LEADON(AX4, X, 2)                        ;Leitwertkopplung ein
```

5.4.3 Technologie G-Gruppe (DYNNORM, DYNPOS, DYNROUGH, DYNSEMIFIN, DYNFINISH)

Funktion

Mittels der G-Gruppe "Technologie" kann für 5 unterschiedliche technologische Bearbeitungsschritte die dazu passende Dynamik aktiviert werden.

Maschinenhersteller

Dynamikwerte und die G-Codes sind projektierbar und damit von Maschinendateneinstellungen abhängig.

Literatur: /FB3/, B1, "Bahnsteuerbetrieb"

Programmierung

```
DYNNORM
```

oder

```
DYNPOS
```

oder

```
DYNROUGH
```

oder

```
DYNSEMIFIN
```

oder

```
DYNFINISH
```

Parameter

DYNNORM	Normale Dynamik wie bisher (Index n=0)
DYNPOS	Dynamik für Positionierbetrieb, Gewindebohren (Index n=1)
DYNROUGH	Dynamik für Schruppen (Index n=2)
DYNSEMIFIN	Dynamik für Schlichten (Index n=3)
DYNFINISH	Dynamik für Feinschlichten (Index n=4)

Bestimmtes Feldelement schreiben oder lesen

$MA...[n, X]	Maschinendatum mit dynamikbestimmenden Feldelement
[<n>, <X>]	Feldelement mit Feldindex n und Achsadresse X
n = 0 bis 4	Wertebereich entsprechend der Technologie G-Gruppe

Hinweis

Die Dynamikwerte werden bereits in dem Satz wirksam, indem der zugehörige G-Code programmiert wird. Es folgt kein Bearbeitungsstopp.

Beispiel

Dynamikwerte per G-Code Gruppe Technologie

```
DYNNORM G1 X10                      ;Grundstellung
DYNPOS G1 X10 Y20 Z30 F…            ;Positionierbetrieb, Gewindebohren
DYNROUGH G1 X10 Y20 Z30 F10000      ;Schruppen
DYNSEMIFIN G1 X10 Y20 Z30 F2000     ;Schlichten
DYNFINISH G1 X10 Y20 Z30 F1000      ;Feinschlichten
```

Bestimmtes Feldelement schreiben oder lesen

Maximale Beschleunigung für das Schruppen, Achse X

```
R1=$MA_MAX_AX_ACCEL[2, X]           ;Lesen
$MA_MAX_AX_ACCEL[2, X]=5            ;Schreiben
```

5.5 Glättung der Bahngeschwindigkeit

Funktion

Mit dem Verfahren "Glättung der Bahngeschwindigkeit", das spezielle projektierbare Maschinendaten und den Charakter des Teileprogramms berücksichtigt, kann eine ruhigere Bahngeschwindigkeit erzielt werden.

Die Geschwindigkeitsführung nutzt die vorgegebene Achsdynamik aus. Wenn der programmierte Vorschub nicht erreicht werden kann, wird die Bahngeschwindigkeit an den parametrierten axialen Grenzwerten und den Grenzwerten der Bahn (Geschwindigkeit, Beschleunigung, Ruck) geführt. Damit kann es zu häufigen Brems- und Beschleunigungsvorgängen auf der Bahn kommen.

Hinweis

Maschinenhersteller

Der Anwender kann abhängig von projektierbaren Maschinendaten die Bahngeschwindigkeit unter Ausnutzung von Programm bestimmenden Eigenschaften beeinflussen.

Literatur: Funktionbeschreibung /FB1/, B1, "Glättung der Bahngeschwindigkeit"

Parameter

Maschinenhersteller
Über Maschinendaten projektierbare Grenzwerte bezogen auf speziell veränderbare Parameter vom Teileprogramm:

- Verlängerung der Bearbeitungszeit
  Die Bearbeitungszeit des Teileprogramms wird prozentual vorgegeben. Die tatsächliche Verlängerung richtet sich nach den ungünstigsten Fall aller Beschleunigungsvorgänge innerhalb des Teileprogramms und kann sogar Null sein.
- Vorgabe der Resonanzfrequenzen der betriebenen Achsen
  Es sollen nur Beschleunigungsvorgänge, die zu deutlichen Anregungen von Maschinenachsen führen, entfernt werden.
- Berücksichtigung des programmierten Vorschubes.
  Hierbei wird der Glättungsfaktor besonders genau eingehalten, wenn der Override auf 100% steht.

Hinweis

Schwankungen der Bahngeschwindigkeit aufgrund der Vorgabe eines neuen Vorschubs werden ebenfalls nicht verändert. Dies liegt in der Verantwortung des Teileprogrammerstellers.

Hinweis

Findet bei einer Bearbeitung mit hoher Bahngeschwindigkeit ein kurzzeitiger Beschleunigungsvorgang statt, der nach sehr kurzer Zeit wieder zu einem Bremsvorgang führt, so wird die Bearbeitungszeit hierdurch nicht deutlich reduziert. Diese Beschleunigungsvorgänge können jedoch zu unerwünschten Erscheinungen führen, z. B. wenn Maschinenresonanzen angeregt werden.

5.6 Fahren mit Vorsteuerung (FFWON, FFWOF)

Funktion

Durch die Vorsteuerung wird der geschwindigkeitsabhängige Nachlaufweg beim Bahnfahren gegen Null reduziert. Fahren mit Vorsteuerung ermöglicht höhere Bahngenauigkeit und damit bessere Fertigungsergebnisse.

Programmierung

```
FFWON
```

oder

```
FFWOF
```

Parameter

`FFWON`	`Vorsteuerung einschalten`
`FFWOF`	`Vorsteuerung ausschalten`

Hinweis

Über Maschinendaten wird die Art der Vorsteuerung festgelegt und welche Bahnachsen vorgesteuert verfahren werden sollen.

Standard: Geschwindigkeitsabhängige Vorsteuerung.

Option: Beschleunigungsabhängige Vorsteuerung (nicht möglich bei 810D).

Beispiel

```
N10 FFWON
N20 G1 X… Y… F900 SOFT
```

5.7 Konturgenauigkeit (CPRECON, CPRECOF)

Funktion

Bei der Bearbeitung ohne Vorsteuerung (FFWON) können bei gekrümmten Konturen durch die geschwindigkeitsabhängigen Differenzen zwischen Soll- und Istpositionen Konturfehler auftreten.

Die programmierbare Konturgenauigkeit CPRCEON ermöglicht es, im NC-Programm einen maximalen Konturfehler zu hinterlegen, der nicht überschritten werden darf. Der Wert des Konturfehlers wird mit dem Settingdatum $SC_CONTPREC angegeben.

Mit Look Ahead kann die gesamte Bahn mit der programmierten Konturgenauigkeit gefahren werden.

Programmierung

```
CPRECON
```

oder

```
CPRECOF
```

Parameter

`CPRECON`	`Programmierbare Konturgenauigkeit einschalten`
`CPRECOF`	`Programmierbare Konturgenauigkeit ausschalten`

Hinweis

Über das Settingdatum $SC_MINFEED kann eine Mindestgeschwindigkeit definiert werden, die nicht unterschritten wird und über die Systemvariable $SC_CONTPREC kann der gleiche Wert auch direkt aus den Teileprogramm heraus beschrieben werden.

Die Steuerung berechnet aus den Wert des Konturfehlers $SC_CONTPREC und aus dem KV-Faktor (Verhältnis Geschwindigkeit zu Schleppabstand) der betroffenen Geometrieachsen die maximale Bahngeschwindigkeit, bei welcher der aus dem Nachlauf resultierende Konturfehler den im Settingdatum hinterlegten Mindestwert nicht überschreitet.

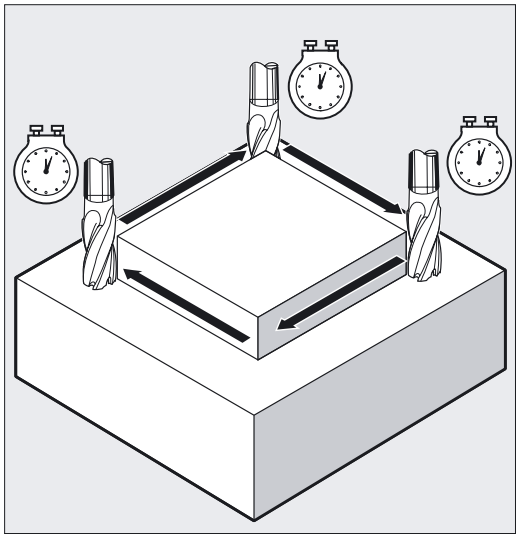
Beispiel

```
N10 X0 Y0 G0
N20 CPRECON                    ;Konturgenauigkeit einschalten
N30 F10000 G1 G64 X100         ;Bearbeitung mit 10 m/min in Bahnsteuerbetrieb
N40 G3 Y20 J10                 ;Automatische Vorschubbegrenzung im Kreissatz
N50 X0                         ;Vorschub ohne Begrenzung 10 m/min
```

5.8 Verweilzeit, Verzögerung (G4, WRTPR))

Funktion

Mit G4 können Sie zwischen zwei NC-Sätzen die Werkstückbearbeitung für die programmierte Zeit unterbrechen. Zum Beispiel zum Freischneiden.



Der Befehl WRTPR erzeugt im Bahnsteuerbetrieb keinen ausführbaren Satz und verzögert daher den Bearbeitungsauftrag ohne dabei den Bahnsteuerbetrieb zu unterbrechen.

Programmierung

`G4 F…`

oder

`G4 S…`

Schreiben der Anweisung vom Typ String mit dem nächsten Satz im Hauptlauf:

`WRTPR(string, parameter)` wenn parameter = 0 oder nicht angegeben wird.

Programmierung im eigenen NC-Satz

Parameter

G4	Verweilzeit einschalten, G4 unterbricht den Bahnsteuerbetrieb
F…	Angabe in Sekunden
S…	Angabe in Umdrehungen der Masterspindel
WRTPR	Einen Auftrag im Bahnsteuerbetrieb entweder dem nächsten ausführbaren Satz anhängen oder sofort ausführen.
parameter = 0	Beim nächsten ausführbaren Satz verzögert in das Protokoll schreiben. Dieses Verhalten ist voreingestellt und gilt auch ohne Parameterangabe. Der Bahnsteuerbetrieb bleibt ungestört.
Parameter = 1	Sofort in das Protokoll schreiben. Es wird ein Hauptlauf-Satz erzeugt und dadurch das Verhalten im Bahnsteuerbetrieb beeinflusst.

Hinweis

Nur in dem Satz mit G4 werden die Wörter mit F... und S... für die Zeitangaben benutzt.

Ein vorher programmierter Vorschub F und Spindeldrehzahl S bleiben erhalten.

Beispiel

```
N10 G1 F200 Z-5 S300 M3          ;Vorschub F, Spindeldrehzahl S
N20 G4 F3                        ;Verweilzeit 3s
N30 X40 Y10
N40 G4 S30                       ;30 Umdrehungen der Spindel verweilen, entspricht
                                 ;bei S=300 U/min und 100% Drehzahloverride:
                                 ;t=0,1 min
N40 X...                         ;Vorschub und Spindeldrehzahl wirken weiterhin
```

5.9 Interner Vorlaufstopp

Funktion

Beim Zugriff auf Zustandsdaten der Maschine ($A…) erzeugt die Steuerung internen Vorlaufstopp. Wird in einem nachfolgenden Satz ein Befehl gelesen, der implizit Vorlaufstopp erzeugt, wird der nachfolgende Satz erst dann ausgeführt, wenn alle vorher aufbereiteten und gespeicherten Sätze vollständig abgearbeitet sind. Der vorherige Satz wird im Genauhalt (wie G9) angehalten.

Programmierung

Die Zustandsdaten der Maschine ($A…) werden internen von der Steuerung erzeugt.

Parameter

Zustandsdaten der Maschine ($A…).

Beispiel

Die Bearbeitung soll im Satz N50 angehalten werden.

```
N40 POSA[X]=100
N50 IF $AA_IM[X]==R100 GOTOF     ;Zugriff auf Zustandsdaten der Maschine ($A…), die
 MARKE1                          ;Steuerung erzeugt internen Vorlaufstopp
N60 G0 Y100
N70 WAITP(X)
N80 MARKE1:
N40 X...                         ;Vorschub und Spindeldrehzahl wirken weiterhin
```

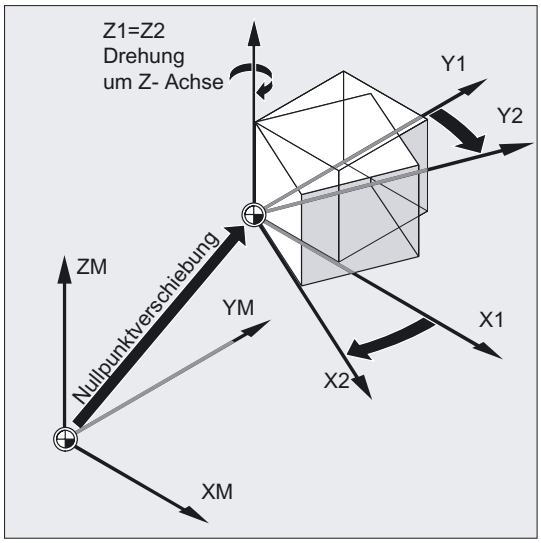
Frames

6

6.1 Allgemeines

Funktion

Mit Frames beschreibt man durch Angabe von Koordinaten oder Winkeln, ausgehend vom aktuellen Werkstückkoordinatensystem die Lage eines Zielkoordinatensystems.



Mögliche Frames:

- Basisframe (Basisverschiebung)
- Einstellbare Frames (G54...G599)
- Programmierbare Frames

Programmierung

Frame ist der gebräuchliche Begriff für einen geometrischen Ausdruck, der eine Rechenvorschrift, wie z. B. Translation, Rotation und Skalierungen oder Spiegelungen beschreibt.

Parameter

Maschinenhersteller

Einstellbare Frames (G54...G57, G505... G599): Siehe Angaben des Maschinenherstellers.

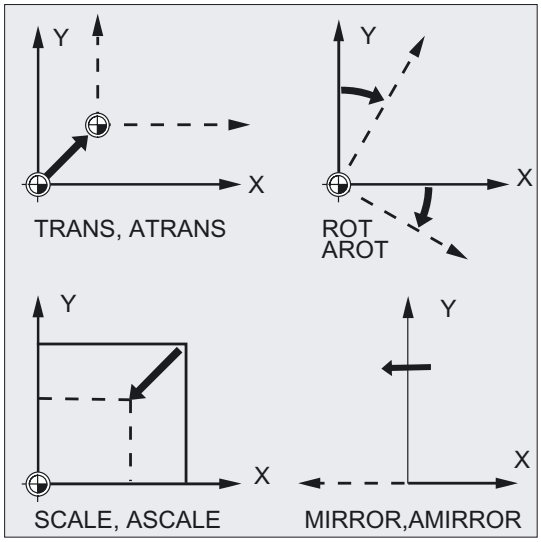
Frame-Komponenten für den Programmierer

Ein Frame kann aus folgenden Rechenvorschriften bestehen:

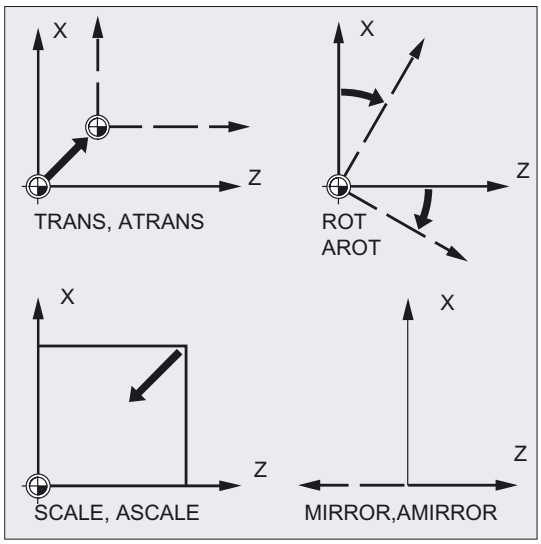
- Nullpunktverschiebung, TRANS, ATRANS
- Rotation, ROT, AROT
- Skalierung, SCALE, ASCALE
- Spiegelung, MIRROR, AMIRROR

Diese Frames können einzeln angewendet oder beliebig kombiniert werden.

Beispiel Frame-Komponenten beim Fräsen



Beispiel Frame-Komponenten beim Drehen



6.2 Frame-Anweisungen

Funktion

Für die möglichen Frames wird die Lage eines der Zielkoordinatensysteme definiert:

- Basisframe (Basisverschiebung)
- Einstellbare Frames (G54...G599)
- Programmierbare Frames

Zusätzlich zu diesen Frames können Sie ersetzende und additive Anweisungen programmieren oder zur Werkzeugorientierung Frames sowie Framedrehungen in Werkzeugrichtung erzeugen. Ebenso lassen sich bestimmte eingestellte Frames oder überlagerte Bewegungen und Transformaten abwählen.

Basisframe (Basisverschiebung)

Basisframe beschreibt die Koordinatentransformation vom Basiskoordinatensystem (BKS) in das Basis-Nullpunktsystem (BNS) und wirkt wie die einstellbaren Frames.

Einstellbare Anweisungen

Einstellbare Anweisungen sind die mit den Befehlen G54 bis G599 aus jedem beliebigen NC-Programm abrufbaren Nullpunktverschiebungen. Die Verschiebewerte werden vom Bediener voreingestellt und im Nullpunktspeicher der Steuerung abgespeichert. Mit ihnen wird das Werkstück-Koordinatensystem (WKS) festgelegt.

Programmierbare Anweisungen

Programmierbare Anweisungen (TRANS, ROT, …) gelten im aktuellen NC-Programm und beziehen sich auf die einstellbaren Anweisungen. Mit dem programmierbaren Frame wird das Werkstück-Koordinatensystem (WKS) festgelegt.

Programmierung

`TRANS X… Y… Z…` oder `ATRANS X… Y… Z…` oder

`G58 X… Y… Z… A…` oder `G59 X… Y… Z… A…` oder

`ROT X… Y… Z…` oder `ROT RPL=…` oder `AROTX… Y… Z…` oder `AROT RPL=…` oder

`ROTS X... Y...` oder `AROTS X... Y...`oder `CROTS X... Y...`oder

`SCALE X… Y… Z…` oder `ASCALE X… Y… Z…` oder

`MIRROR X0 Y0 Z0` oder `AMIRROR X0 Y0 Z0` oder

`TOFRAME` oder `TOFRAMEZ` oder `TOFRAMEY` oder `TOFRAMEX` oder

`TOROTOF` oder `TOROT` oder `TOROTZ` oder `TOROTY` oder `TOROTX` oder

`PAROT` oder `PAROTOF` oder

`CORROF(Achse,String[Achse,String])` oder `CORROF(Achse,String)` oder `CORROF(Achse)` oder `CORROF()`

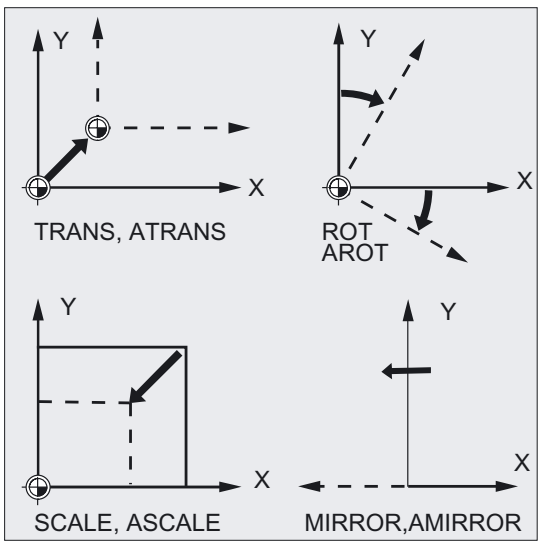
Vorsicht

Die genannten Frame-Anweisungen werden jeweils in einem eigenen NC-Satz programmiert und in der programmierten Reihenfolge ausgeführt.

Anweisungen TRANS, ROT, SCALE und MIRROR

Ersetzende Anweisungen

TRANS, ROT, SCALE und MIRROR sind ersetzende Anweisungen.



Hinweis

Das bedeutet: jede dieser Anweisungen löscht **alle** zuvor programmierten Frame-Anweisungen.

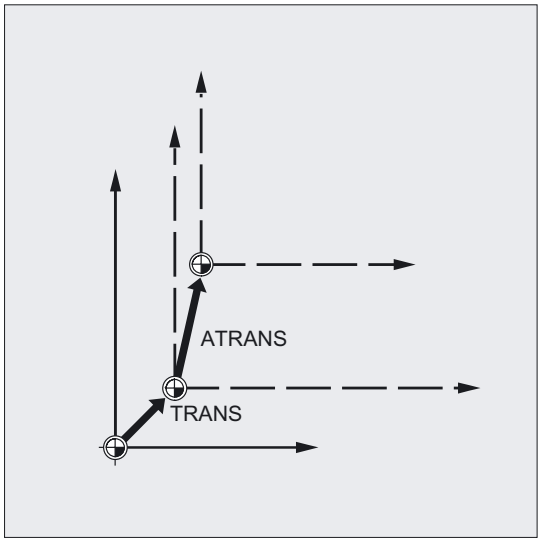
Als Bezug gilt die zuletzt aufgerufene einstellbare Nullpunktverschiebung G54 bis G599.

Additive Anweisungen

ATRANS, AROT, ASCALE, AMIRROR sind additive Anweisungen. Als Bezug dient der aktuell eingestellte oder über Frame-Anweisungen zuletzt programmierte Werkstück-Nullpunkt. Die genannten Anweisungen bauen auf bereits bestehenden Frames auf.

Hinweis

Additive Anweisungen werden häufig in Unterprogrammen eingesetzt. Die im Hauptprogramm definierten Basisanweisungen bleiben nach Unterprogrammende erhalten, wenn das Unterprogramm mit dem SAVE-Attribut programmiert wurde.



Literatur:
/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Unterprogrammtechnik, Makrotechnik"

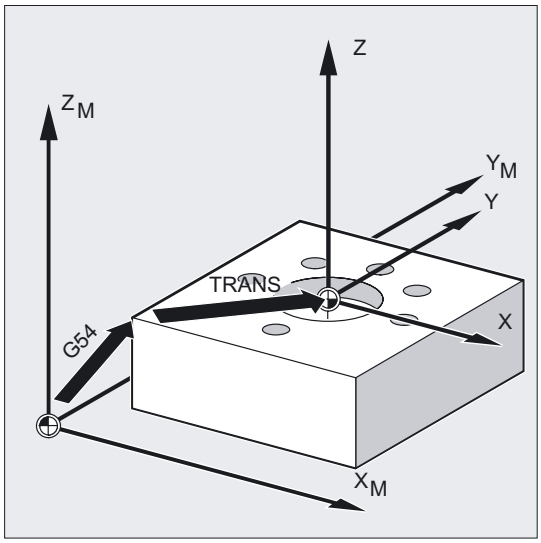
6.3 Programmierbare Nullpunktverschiebung

6.3.1 Nullpunktverschiebung (TRANS, ATRANS)

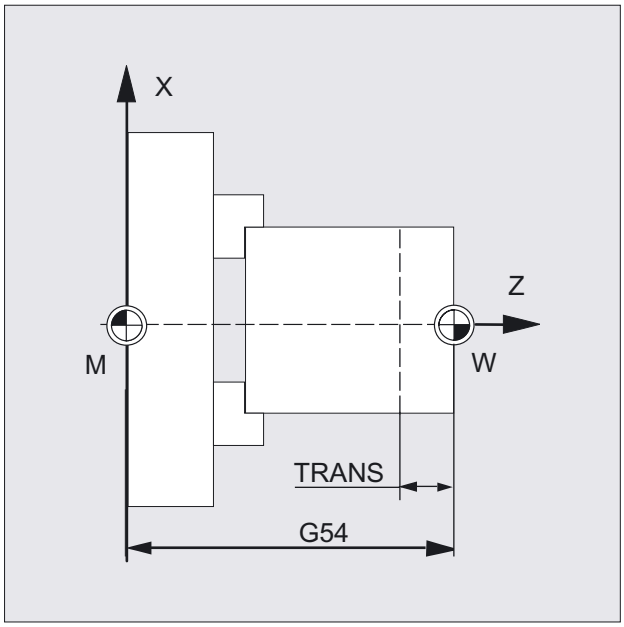
Funktion

Mit TRANS/ATRANS können für alle Bahn- und Positionierachsen Nullpunktverschiebungen in Richtung der jeweils angegebenen Achse programmiert werden. Hierdurch können Sie mit wechselnden Nullpunkten arbeiten. Zum Beispiel bei wiederkehrenden Bearbeitungsgängen an verschiedenen Werkstückpositionen.

Fräsen:



Drehen:



Programmierbare Nullpunktverschiebung ausschalten:
Für alle Achsen: TRANS (ohne Achsangabe)

Programmierung

`TRANS X… Y… Z…` (Programmierung der ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

oder

`ATRANS X… Y… Z…` (Programmierung der additiven Anweisung im eigenen NC-Satz)

Parameter

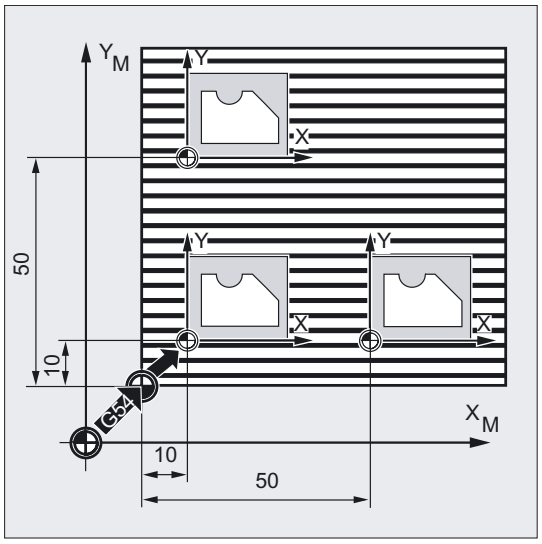
`TRANS`	`Nullpunktverschiebung absolut, bezogen auf den aktuell gültigen, mit G54 bis G599 eingestellten Werkstücknullpunkt`
`ATRANS`	`wie TRANS, jedoch Nullpunktverschiebung additiv`
`X Y Z`	`Verschiebewert in Richtung der angegebenen Geometrieachse`

Beispiel Fräsen

Bei diesem Werkstück kommen die gezeigten Formen in einem Programm mehrfach vor.

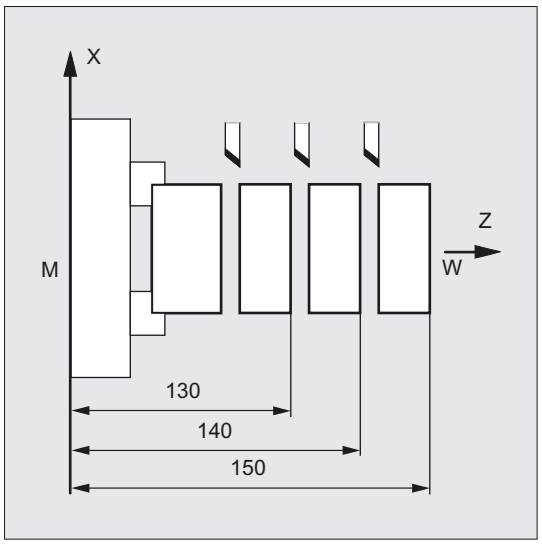
Die Bearbeitungsfolge für diese Form ist im Unterprogramm abgelegt.

Durch Nullpunktverschiebung setzen Sie nur die jeweils benötigten Werkstücknullpunkte und rufen dann das Unterprogramm auf.




```
N10 G1 G54                          ;Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 G0 X0 Y0 Z2                     ;Startpunkt anfahren
N30 TRANS X10 Y10                   ;Absolute Verschiebung
N40 L10                             ;Unterprogramm-Aufruf
N50 TRANS X50 Y10                   ;Absolute Verschiebung
N60 L10                             ;Unterprogramm-Aufruf
N70 M30                             ;Programmende
```

Beispiel Drehen



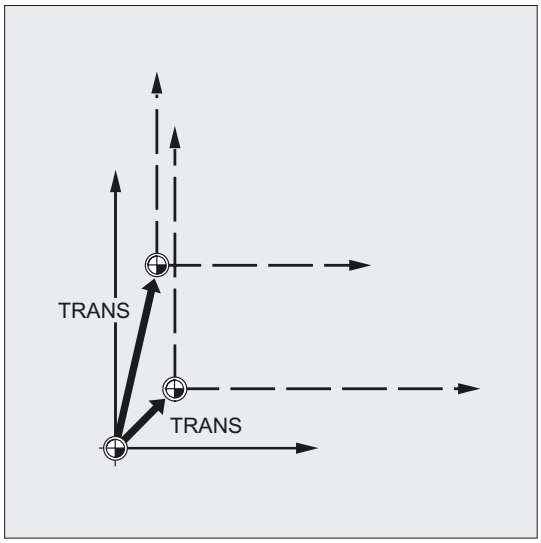

```
N.. ...
N10 TRANS X0 Z150                              ;Absolute Verschiebung
N15 L20                                        ;Unterprogramm-Aufruf
N20 TRANS X0 Z140 (oder ATRANS Z-10)           ;Absolute Verschiebung
N25 L20                                        ;Unterprogramm-Aufruf
N30 TRANS X0 Z130 (oder ATRANS Z-10)           ;Absolute Verschiebung
N35 L20                                        ;Unterprogramm-Aufruf
N.. ...
```

Ersetzende Anweisung, TRANS X Y Z

Nullpunktverschiebung um die in den jeweils angegebenen Achsrichtungen (Bahn-, Synchron- und Positionierachsen) programmierten Verschiebewerte. Als Bezug gilt die zuletzt angegebene einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 bis G599).

Hinweis

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

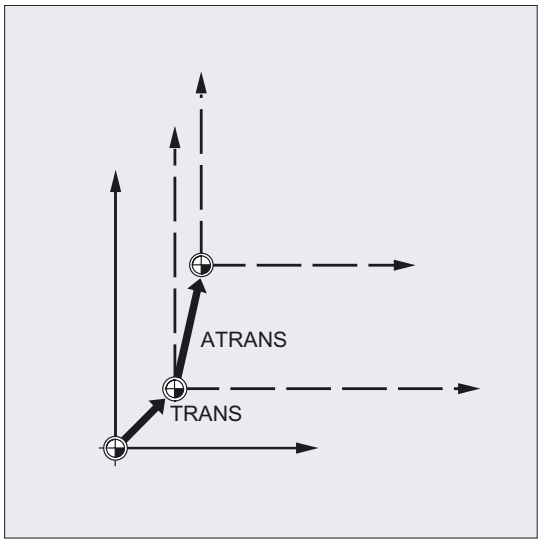


Hinweis

Eine Verschiebung, die auf bereits bestehenden Frames aufbauen soll, programmieren Sie mit ATRANS.

Additive Anweisung, ATRANS X Y Z

Nullpunktverschiebung um die in den jeweils angegebenen Achsrichtungen programmierten Verschiebewerte. Als Bezug gilt der aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Nullpunkt.



Hinweis

Vorher programmierte Frames werden gelöscht. Die einstellbare Nullpunktverschiebung bleibt erhalten.

6.3.2 Axiale Nullpunktverschiebung (G58, G59)

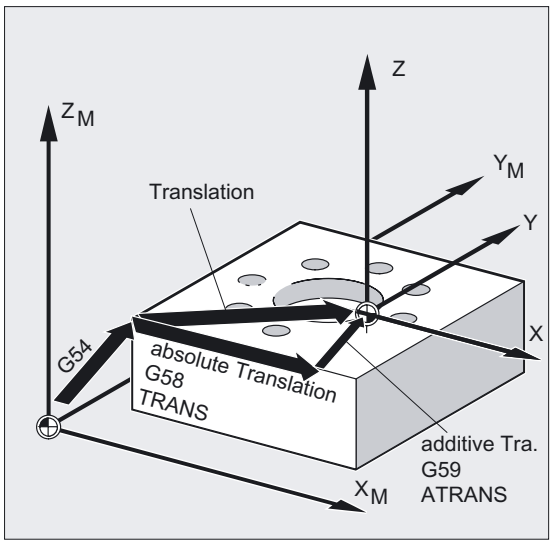
Funktion

Mit G58 und G59 können Translationsanteile der programmierbaren Nullpunktverschiebung (Frame) axial ersetzt werden. Die Translation besteht aus den Teilen:

- absoluter Anteil (G58, Grobverschiebung)
- additiver Anteil (G59, Feinverschiebung)

Maschinenhersteller

Diese Funktionen sind nur einsetzbar, wenn die Feinverschiebung über Maschinendatum MD 24000: FRAME_ADD_COMPONENTS=1 projektiert ist. Wird G58 oder G59 ohne projektierte Feinverschiebung verwendet, wird der Alarm "18312 Kanal %1 Satz %2 Frame: Feinverschiebung nicht projektiert" ausgegeben.



Programmierung

`G58 X… Y… Z… A…` (Programmierung ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

oder

`G59 X… Y… Z… A…` (Programmierung ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

Parameter

G58,	ersetzt den absoluten Translationsanteil der programmierbaren Nullpunktverschiebung für die angegebene Achse, die additiv-programmierte Verschiebung bleibt erhalten, (bezogen auf den mit G54 bis G599 eingestellten Werkstücknullpunkt)
G59,	ersetzt den additiven Translationsanteil der programmierbaren Nullpunktverschiebung für die angegebene Achse, die absolut programmierte Verschiebung bleibt erhalten
X Y Z	Verschiebewert in Richtung der angegebenen Geometrieachse

Beispiel

```
N...
N50 TRANS X10 Y10 Z10    ;absoluter Translationsanteil X10 Y10 Z10
N60 ATRANS X5 Y5         ;additiver Translationsanteil X5 Y5
                          = Gesamtverschiebung X15 Y15 Z10
N70 G58 X20              ;absoluter Translationsanteil X20 + addit. X5 Y5
                          = Gesamtverschiebung X25 Y15 Z10
N80 G59 X10 Y10          ;additiver Translationsanteil X10 Y10 + absolut. X20 Y 10
                          = Gesamtverschiebung X30 Y20 Z10
N...
```

Beschreibung

Der absolute Translationsanteil wird durch folgende Befehle modifiziert:

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

Der additive Translationsanteil wird durch folgende Befehle modifiziert:

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

Nachfolgende Tabelle beschreibt die Wirkung von verschiedenen Programmbefehlen auf die absolute und die additive Verschiebung.

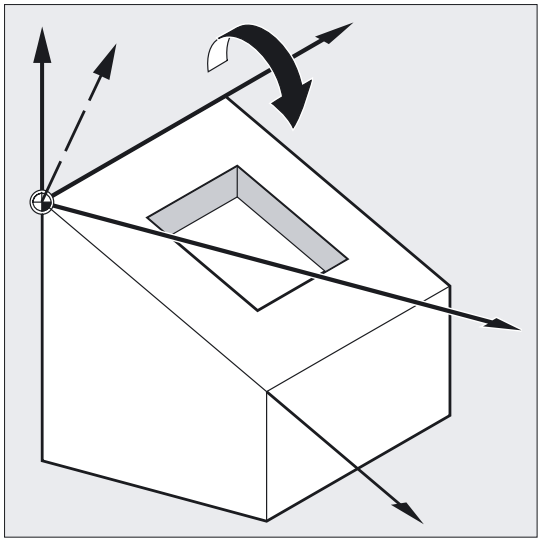
Wirkung der additiven/absoluten Verschiebung:

Befehl	Grob- bzw. absolute Verschiebung	Fein- bzw. additive Verschiebung	Kommentar
TRANS X10	10	unverändert	absolute Verschiebung für X
G58 X10	10	unverändert	Überschreiben der absoluten Verschiebung für X
$P_PFRAME[X,TR] = 10	10	unverändert	progr. Versch. in X
ATRANS X10	unverändert	fein (alt) + 10	additive Verschiebung für X
G59 X10	unverändert	10	Überschreiben der additiven Verschiebung für X
$P_PFRAME[X,FI] = 10	unverändert	10	progr. Feinverschiebung in X
CTRANS(X,10)	10	0	Verschiebung für X
CTRANS()	0	0	Abwahl der Verschiebung (einschl. Feinverschiebungsanteil)
CFINE(X,10)	0	10	Feinverschiebung in X

6.4 Programmierbare Drehung (ROT, AROT, RPL)

Funktion

Mit ROT/AROT lässt sich das Werkstückkoordinatensystem wahlweise um jede der drei Geometrieachsen X, Y, Z oder um einen Winkel RPL in der gewählten Arbeitsebene G17 bis G19 (bzw. um die senkrechte Zustellachse) drehen. Hierdurch können Sie schräg liegende Flächen oder mehrere Werkstückseiten in einer Aufspannung bearbeiten.



Programmierung

`ROT X… Y… Z…` Ersetzende Anweisung für Drehung im Raum

oder

`ROT RPL=…` Ersetzende Anweisung für Drehung in der Ebene

oder

`AROTX… Y… Z…` Additive Anweisung für Drehung im Raum

oder

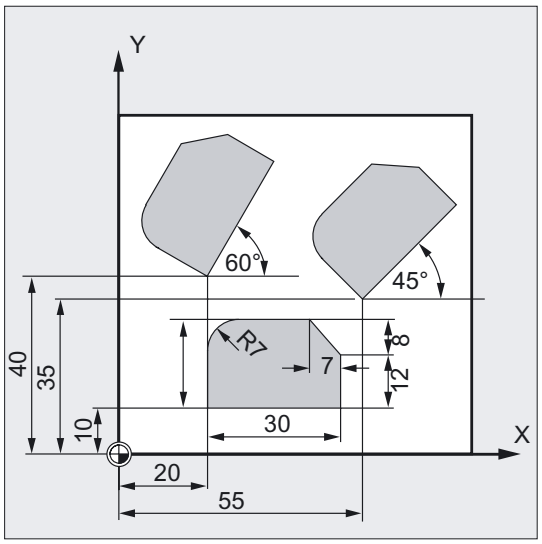
`AROT RPL=…` Additive Anweisung für Drehung in der Ebene

Alle Anweisungen müssen im eigenen NC-Satz programmiert werden.

Parameter

`ROT,`	`Drehung absolut, bezogen auf den aktuell gültigen mit G54 bis G599 eingestellten Werkstücknullpunkt`
`RPL,`	`Drehung in der Ebene: Winkel, um den das Koordinatensystem gedreht wird (Ebene mit G17-G19 eingestellt). Die Reihenfolge in der die Drehung ausgeführt werden soll, lässt sich über Maschinendatum festlegen. In der Standardeinstellung gilt die RPY-Notation (= Roll, Pitch, Yaw) mit Z,Y,X`
`AROT,`	`Drehung additiv, bezogen auf den aktuell gültigen eingestellten oder programmierten Nullpunkt`
`X Y Z`	`Drehung im Raum: Geometrieachsen, um die gedreht wird`

Beispiel Ebene Drehung

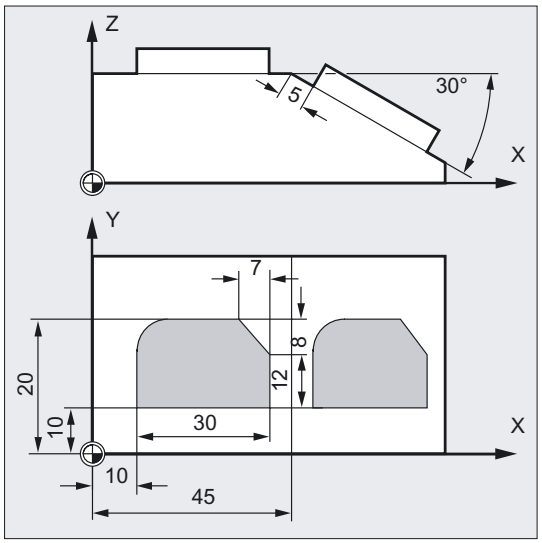


Bei diesem Werkstück kommen die gezeigten Formen in einem Programm mehrfach vor. Zusätzlich zur Nullpunktverschiebung müssen Drehungen durchgeführt werden, da die Formen nicht achsparallel angeordnet sind.

```
N10 G17 G54                ;Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 TRANS X20 Y10          ;Absolute Verschiebung
N30 L10                    ;Unterprogramm-Aufruf
N40 TRANS X55 Y35          ;Absolute Verschiebung
N50 AROT RPL=45            ;Drehung des Koordinatensystems um 45°
N60 L10                    ;Unterprogramm-Aufruf
N70 TRANS X20 Y40          ;Absolute Verschiebung
                           ;(setzt alle bisherigen Verschiebungen zurück)
N80 AROT RPL=60            ;Additive Drehung um 60°
N90 L10                    ;Unterprogramm-Aufruf
N100 G0 X100 Y100          ;Wegfahren
N110 M30                   ;Programmende
```

Beispiel Räumliche Drehung

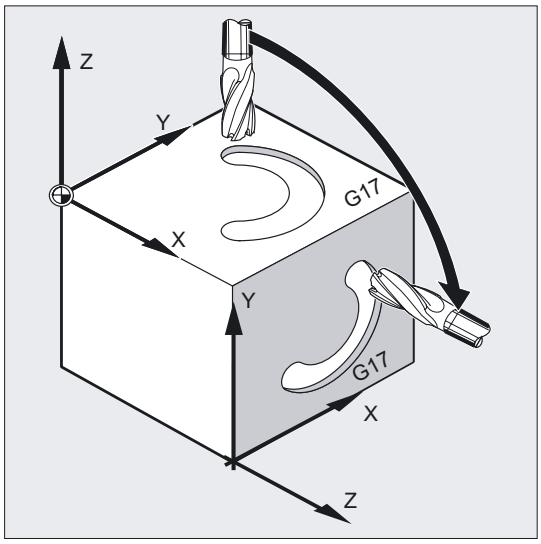
In diesem Beispiel sollen achsparallele und schräg liegende Werkstückflächen in einer Aufspannung bearbeitet werden. Voraussetzung: Das Werkzeug muss zur schrägen Fläche senkrecht in der gedrehten Z-Richtung ausgerichtet werden.



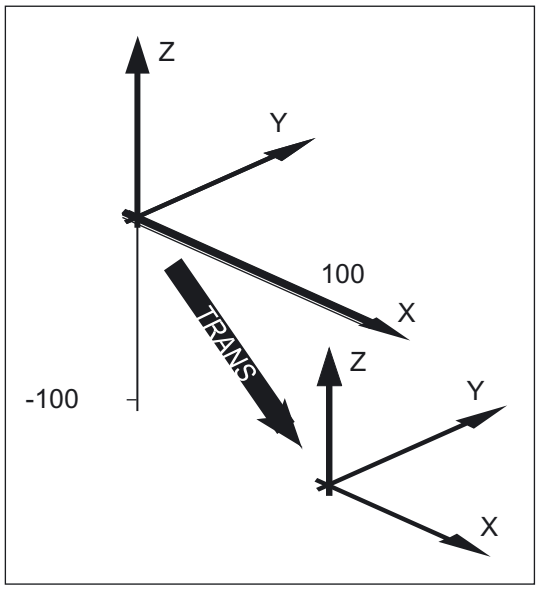

```
N10 G17 G54                ;Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 TRANS X10 Y10          ;Absolute Verschiebung
N30 L10                    ;Unterprogramm-Aufruf
N40 ATRANS X35             ;Additive Verschiebung
N50 AROT Y30               ;Drehung um Y-Achse
N60 ATRANS X5              ;Additive Verschiebung
N70 L10                    ;Unterprogramm-Aufruf
N80 G0 X300 Y100 M30       ;Wegfahren, Programmende
```

Beispiel Mehrseitenbearbeitung

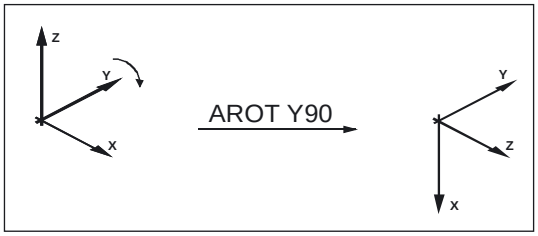
In diesem Beispiel werden in zwei senkrecht zueinander stehenden Werkstückflächen identische Formen über Unterprogramme hergestellt. Im neuen Koordinatensystem auf der rechten Werkstückfläche sind Zustellrichtung, Arbeitsebene und der Nullpunkt so eingerichtet wie in der oberen Fläche. Damit gelten weiterhin die für den Unterprogrammablauf notwendigen Bedingungen: Arbeitsebene G17, Koordinatenebene X/Y, Zustellrichtung Z.



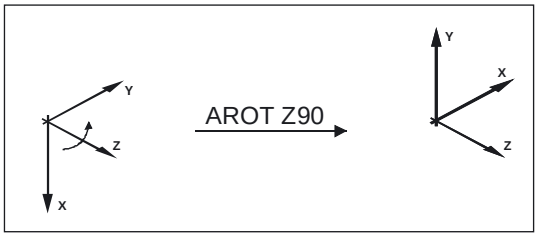

```
N10 G17 G54                ;Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 L10                    ;Unterprogramm-Aufruf
N30 TRANS X100 Z-100       ;Absolute Verschiebung
```



```
N40 AROT Y90                ;Drehung des Koordinatensystems um Y
```




```
N50 AROT Z90                ;Drehung des Koordinatensystems um Z
```




```
N60 L10                     ;Unterprogramm-Aufruf
N70 G0 X300 Y100 M30        ;Wegfahren, Programmende
```

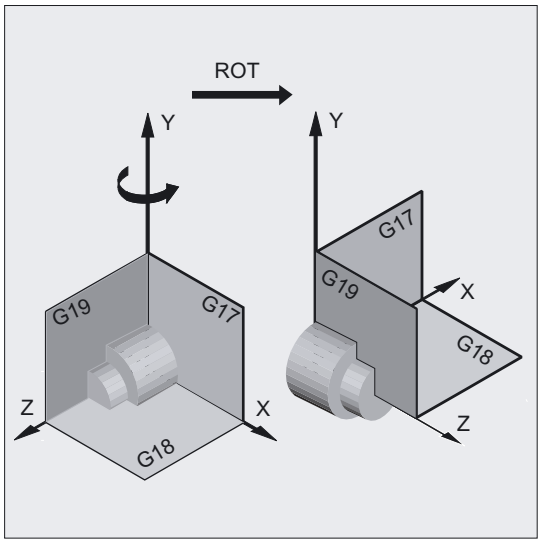
Drehung in der Ebene

Das Koordinatensystem wird in der

- mit G17 bis G19 gewählten Ebene gedreht.
  Ersetzende Anweisung, ROT RPL oder Additive Anweisung, AROT RPL
- aktuellen Ebene um den mit RPL= programmierten Drehwinkel gedreht.

Hinweis

Weitere Erklärungen siehe Drehungen im Raum.



Ebenenwechsel

Warnung

Wenn Sie nach einer Drehung einen Ebenenwechsel (G17 bis G19) programmieren, bleiben die programmierten Drehwinkel für die jeweiligen Achsen erhalten und gelten dann auch in der neuen Arbeitsebene. Deshalb empfiehlt es sich, vor einem Ebenenwechsel die Rotation auszuschalten.

Drehung ausschalten

Für alle Achsen: ROT (ohne Achsangabe)

Vorsicht

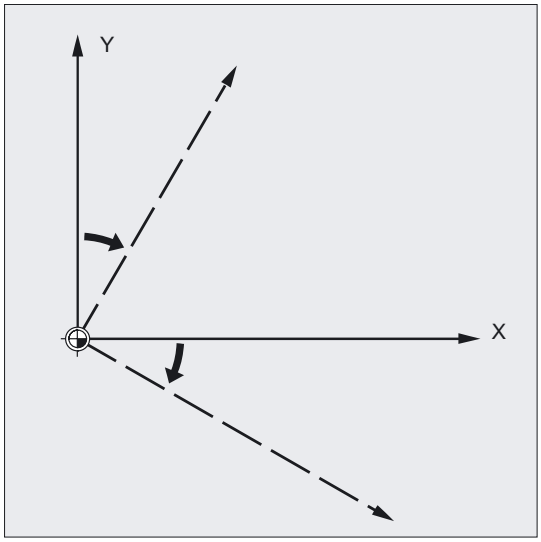
In beiden Fällen werden alle Frame-Komponenten des vorher programmierten Frames zurückgesetzt.

Ersetzende Anweisung, ROT X Y Z

Das Koordinatensystem wird um die angegebenen Achsen mit programmiertem Drehwinkel gedreht. Als Drehpunkt gilt die zuletzt angegebene einstellbare Nullpunktverschiebung (G54 bis G599).

Vorsicht

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

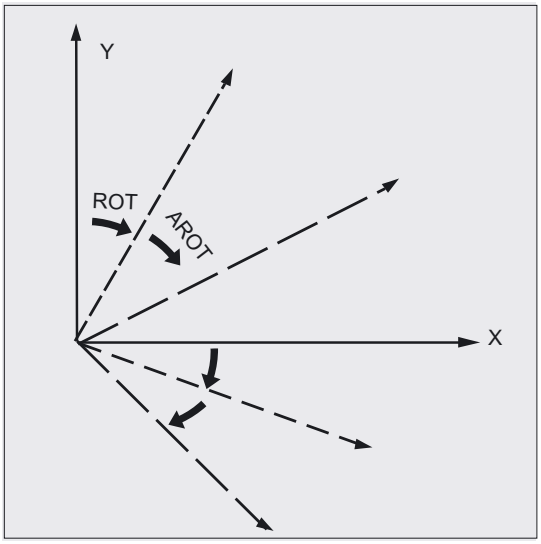


Hinweis

Eine neue Drehung, die auf bereits bestehenden Frames aufbauen soll, programmieren Sie mit AROT.

Additive Anweisung, AROT X Y Z

Drehung um die in den jeweils angegebenen Achsrichtungen programmierten Winkelwerte. Als Drehpunkt gilt der aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Nullpunkt.

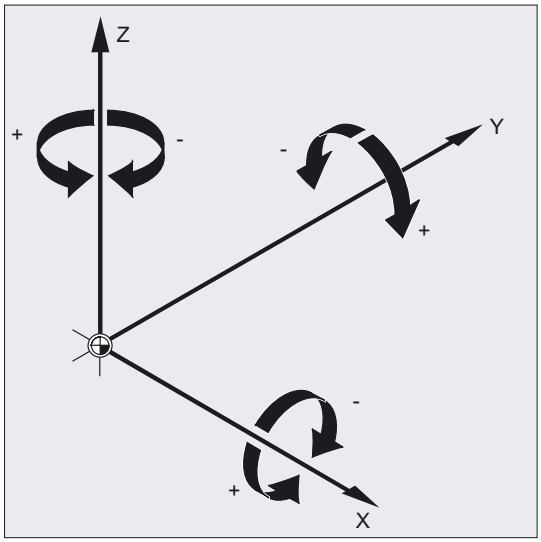


Hinweis

Beachten Sie bei beiden Anweisungen Reihenfolge und Drehrichtung, in der die Drehungen ausgeführt werden (siehe folgende Seite)!

Drehrichtung

Als positiver Drehwinkel ist festgelegt: Blick in Richtung der positiven Koordinatenachse und Drehung im Uhrzeigersinn.



Reihenfolge der Drehungen

Sie können in einem NC-Satz gleichzeitig um bis zu drei Geometrieachsen drehen.

Die Reihenfolge RPY-Notation oder Eulerwinkel, in der die Drehungen ausgeführt werden, lässt sich in den Maschinendatum wie folgt festgelegen:

MD 10600: FRAME_ANGLE_INPUT_MODE =

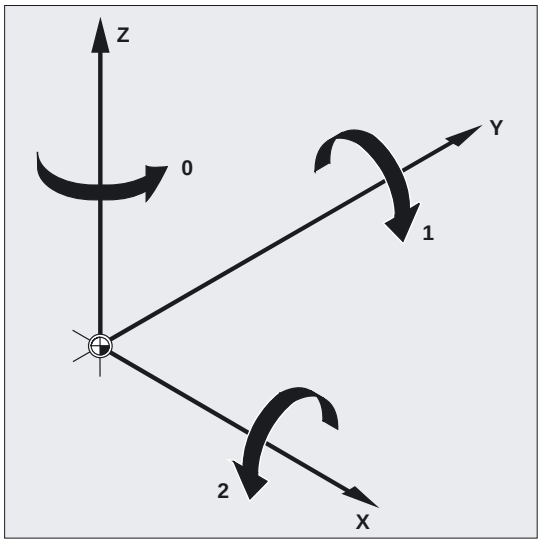
- RPY-Notation (in der Standardeinstellung gilt die RPY-Notation)
- Eulerwinkel

Danach ist die Reihenfolge Z, Y, X der Drehungen folgendermaßen festgelegt:

Drehung um die 3. Geometrieachse (Z)

Drehung um die 2. Geometrieachse (Y)

Drehung um die 1. Geometrieachse (X)



Diese Reihenfolge gilt, wenn die Geometrieachsen in **einem** Satz programmiert werden. Sie gilt auch unabhängig von der Eingabereihenfolge. Falls nur zwei Achsen gedreht werden sollen, kann die Angabe der 3. Achse (Wert Null) entfallen.

Wertebereich mit RPY-Winkel

Die Winkel sind **nur** eindeutig in den folgenden Wertebereichen definiert:

Drehung um 1. Geometrieachse: 180° ≤ X ≤ +180°

Drehung um 2. Geometrieachse: 90° < Y < +90°

Drehung um 3. Geometrieachse: 180° ≤ Z ≤ +180°

Mit diesem Wertebereich sind alle möglichen Drehungen darstellbar. Werte außerhalb dieses Bereichs werden beim Schreiben und Lesen von der Steuerung in den oben genannten Bereich normiert. Dieser Wertebereich gilt auch für Framevariable.

Beispiele für Zurücklesen bei RPY

$P_UIFR[1] = CROT(X, 10, Y, 90, Z, 40)

liefert beim Zurücklesen

$P_UIFR[1] = CROT(X, 0, Y, 90, Z, 30)

$P_UIFR[1] = CROT(X, 190, Y, 0, Z, -200)

liefert beim Zurücklesen

$P_UIFR[1] = CROT(X, -170, Y, 0, Z, 160)

Beim Schreiben und Lesen von Frame-Drehkomponenten müssen die Grenzen des Wertebereichs eingehalten werden, damit beim Schreiben und Lesen oder beim wiederholten Schreiben die gleichen Ergebnisse erzielt werden.

Wertebereich mit Euler-Winkel

Die Winkel sind **nur** eindeutig in den folgenden Wertebereichen definiert:

Drehung um 1. Geometrieachse: 0° < X < +180°

Drehung um 2. Geometrieachse: 180° ≤ Y ≤ +180°

Drehung um 3. Geometrieachse: 180° ≤ Z ≤ +180°

Mit diesem Wertebereich sind alle möglichen Drehungen darstellbar. Werte außerhalb dieses Bereichs werden von der Steuerung in den oben genannten Bereich normiert. Dieser Wertebereich gilt auch für Framevariable.



Vorsicht

Damit geschriebene Winkel eindeutig zurück gelesen werden, ist es zwingend erforderlich, die definierten Wertebereiche einzuhalten.

Hinweis

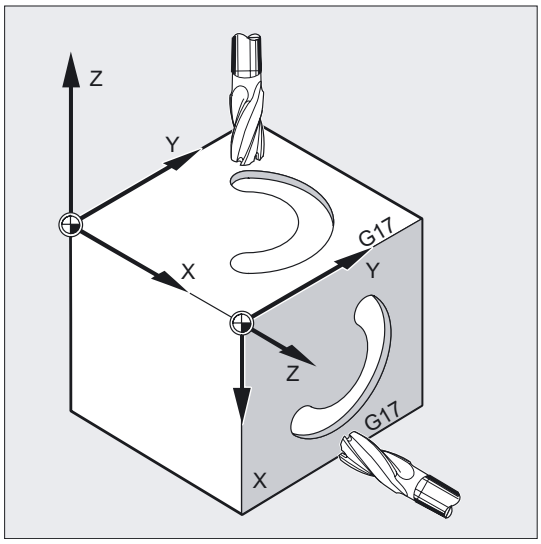
Wenn Sie die Reihenfolge der Drehungen individuell festlegen wollen, programmieren Sie nacheinander für jede Achse mit AROT die gewünschte Drehung.

Literatur:
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)

Die Arbeitsebene dreht sich mit

Bei der räumlichen Drehung dreht sich die mit G17, G18 oder G19 festgelegte Arbeitsebene mit.

Beispiel: Arbeitsebene G17 X/Y, das Werkstückkoordinatensystem liegt auf der Deckfläche des Werkstücks. Durch Translation und Rotation wird das Koordinatensystem in eine der Seitenflächen verschoben. Die Arbeitsebene G17 dreht sich mit. Hierdurch können ebene Zielpositionen weiterhin in X/Y-Koordinaten und die Zustellung in Z-Richtung programmiert werden.



Voraussetzung:
Das Werkzeug muss senkrecht zur Arbeitsebene stehen, die positive Richtung der Zustellachse zeigt in Richtung Werkzeugaufnahme. Durch Angabe von CUT2DF wirkt die Werkzeugradiuskorrektur in der gedrehten Ebene. Mehr Informationen hierzu in Kapitel "2 1/2 D-Werkzeugkorrektur, CUT2D CUT2DF".

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

Funktion

Orientierungen im Raum können Sie über Framedrehungen mit Raumwinkeln ROTS, AROTS, CROTS festlegen. Die Programmierbefehle ROTS und AROTS verhalten sich analog zu ROT und AROT.

Programmierung

Bei Programmierung der Raumwinkel X und Y liegt die neue X-Achse in der alten Z-X-Ebene.

```
ROTS X... Y...
```

oder

```
AROTS X... Y...
```

oder

```
CROTS X... Y...
```

Bei Programmierung der Raumwinkel Z und X liegt die neue Z-Achse in der alten Y-Z-Ebene.

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

oder

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

oder

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

Bei Programmierung der Raumwinkel Y und Z liegt die neue Y-Achse in der alten X-Y-Ebene.

```
ROTS Y... Z...
```

oder

```
AROTS Y... Z...
```

oder

```
CROTS Y... Z...
```

Parameter

ROTS	Framedrehungen mit Raumwinkeln bei Orientierung einer Ebene im Raum absolut, bezogen auf den aktuell gültigen Frame mit eingestellten Werkstücknullpunkt für G54 bis G599.
AROTS	Framedrehungen mit Raumwinkeln bei Orientierung einer Ebene im Raum additiv, bezogen auf den aktuell gültigen Frame mit eingestellten oder programmierten Nullpunkt.
CROTS	Framedrehungen mit Raumwinkeln bei Orientierung einer Ebene im Raum, bezogen auf das gültige Frame in der Datenhaltung mit Drehung in den angegebenen Achsen.
X Y Z	Maximal dürfen zwei Raumwinkel angegeben werden
RPL	Drehung in der Ebene: Winkel, um den das Koordinatensystem gedreht wird (Ebene mit G17-G19 eingestellt)

6.6 Programmierbarer Maßstabsfaktor (SCALE, ASCALE)

Funktion

Mit SCALE/ASCALE können Sie für alle Bahn-, Synchron- und Positionierachsen Maßstabsfaktoren in Richtung der jeweils angegebenen Achse programmieren. Hierdurch lässt sich die Größe einer Form verändern. Damit können Sie z. B. geometrisch ähnliche Formen oder unterschiedliche Schwundmaße bei der Programmierung berücksichtigen.

Maßstabsfaktor ausschalten

Für alle Achsen: SCALE (ohne Achsangabe). Es werden alle Frame-Komponenten des vorher programmierten Frames zurückgesetzt.

Programmierung

`SCALE X… Y… Z…` (Programmierung der ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

oder

`ASCALE X… Y… Z…` (Programmierung der additiven Anweisung im eigenen NC-Satz)

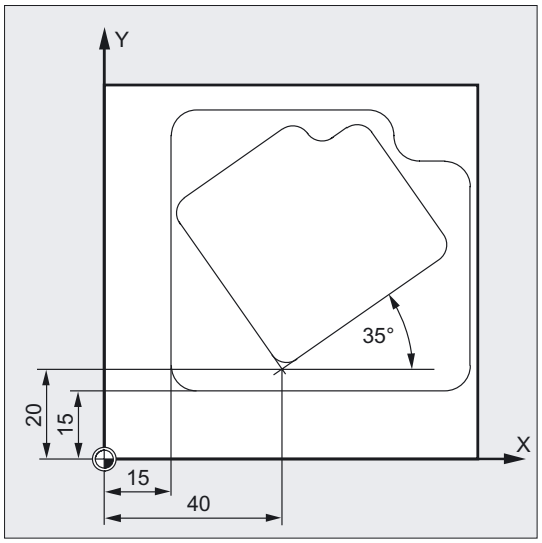
Parameter

`SCALE`	`Vergrößern/Verkleinern absolut, bezogen auf das aktuell gültige, mit G54 bis G599 eingestellte Koordinatensystem`
`ASCALE`	`Vergrößern/Verkleinern additiv, bezogen auf das aktuell gültige eingestellte oder programmierte Koordinatensystem`
`X Y Z`	`Maßstabsfaktor in Richtung der angegebenen Geometrieachse`

Beispiel Fräsen

Bei diesem Werkstück kommen die beiden Taschen zweimal vor, jedoch in unterschiedlichen Größen und zueinander verdreht. Die Bearbeitungsfolge ist im Unterprogramm abgelegt.

Durch Nullpunktverschiebung und Rotation setzen Sie die jeweils benötigten Werkstücknullpunkte, durch Skalierung verkleinern Sie die Kontur und rufen dann wieder das Unterprogramm auf.



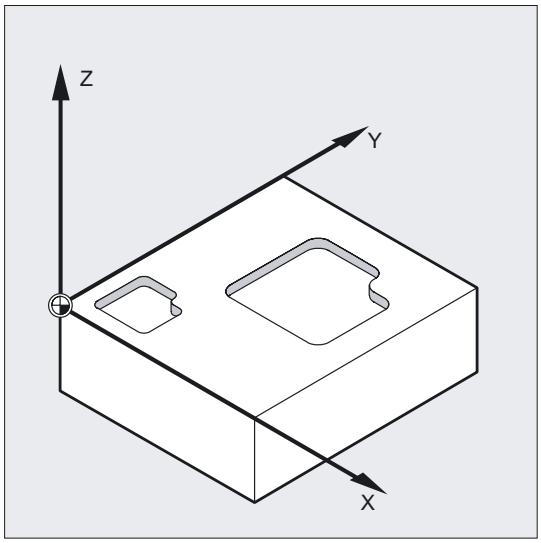

```
N10 G17 G54                ;Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 TRANS X15 Y15          ;Absolute Verschiebung
N30 L10                    ;Große Tasche fertigen
N40 TRANS X40 Y20          ;Absolute Verschiebung
N50 AROT RPL=35            ;Drehung in der Ebene um 35°
N60 ASCALE X0.7 Y0.7       ;Maßstabsfaktor für die kleine Tasche
N70 L10                    ;Kleine Tasche fertigen
N80G0 X300 Y100 M30        ;Wegfahren, Programmende
```

Ersetzende Anweisung, SCALE X Y Z

Für jede Achse kann ein eigener Maßstabsfaktor angegeben werden, um den vergrößert oder verkleinert werden soll. Die Skalierung bezieht sich auf das mit G54 bis G57 eingestellte Werkstückkoordinatensystem.

Achtung

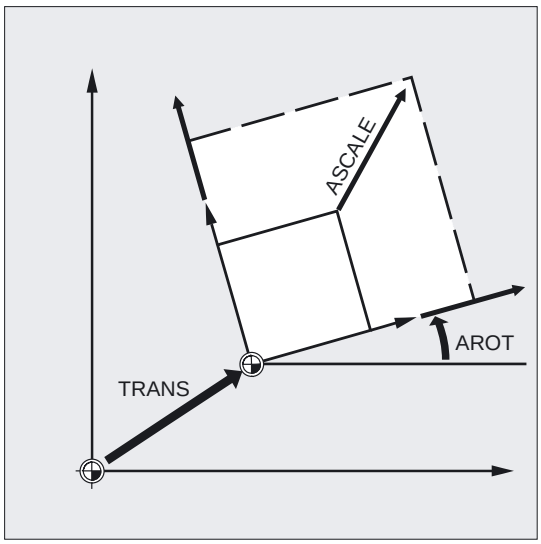
Der Befehl SCALE setzt alle Frame-Komponenten des vorher gesetzten programmierbaren Frames zurück.



Additive Anweisung, ASCALE X Y Z

Eine Maßstabsveränderung, die auf bereits bestehenden Frames aufbauen soll, programmieren Sie mit ASCALE. In diesem Fall wird der zuletzt gültige mit dem neuen Maßstabsfaktor multipliziert.

Als Bezug für die Maßstabsveränderung gilt das aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Koordinatensystem.

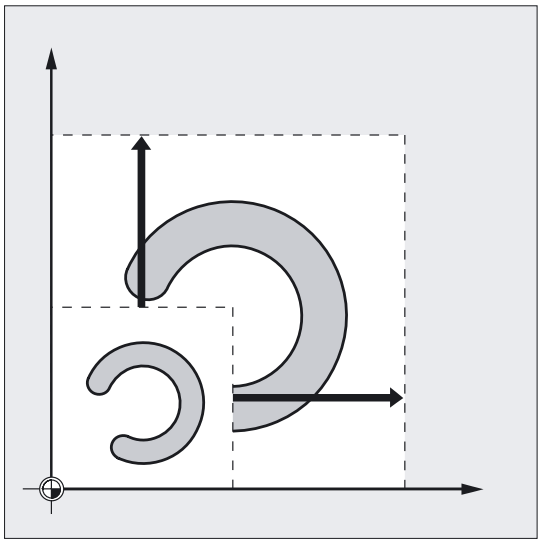


Hinweis

Wenn Sie nach SCALE eine Verschiebung mit ATRANS programmieren, werden die Verschiebewerte ebenfalls skaliert.

Vorsicht

Vorsicht mit unterschiedlichen Maßstabsfaktoren! Beispiel: Kreisinterpolationen können nur mit den gleichen Faktoren skaliert werden. Sie können jedoch unterschiedliche Maßstabsfaktoren gezielt einsetzen, zum Beispiel für die Programmierung verzerrter Kreise.



6.7 Programmierbare Spiegelung (MIRROR, AMIRROR)

Funktion

Mit MIRROR/AMIRROR können Werkstückformen an Koordinatenachsen gespiegelt werden. Alle Fahrbewegungen, die nach dem Spiegel-Aufruf, z. B. im Unterprogramm programmiert sind, werden gespiegelt ausgeführt.

Programmierung

`MIRROR X0 Y0 Z0` (Programmierung der ersetzenden Anweisung im eigenen NC-Satz)

oder

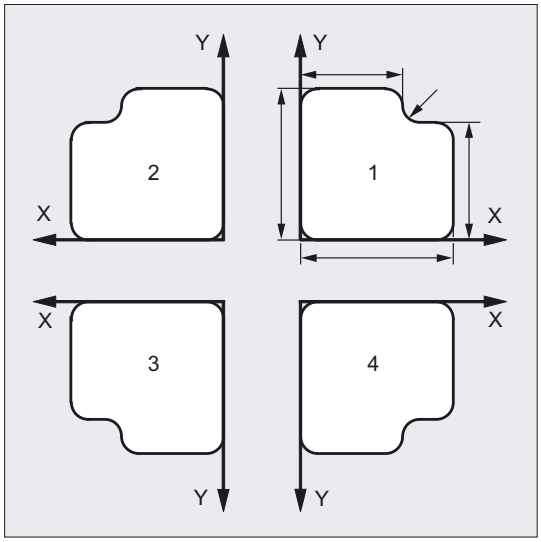
`AMIRROR X0 Y0 Z0` (Programmierung der additiven Anweisung im eigenen NC-Satz)

Parameter

MIRROR	Spiegeln absolut, bezogen auf das aktuell gültige, mit G54 bis G599 eingestellte Koordinatensystem
AMIRROR	Spiegeln additiv, bezogen auf das aktuell gültige eingestellte oder programmierte Koordinatensystem
X Y Z	Geometrieachse, deren Richtung getauscht werden soll. Der hier angegebene Wert ist frei wählbar, z. B. X0 Y0 Z0.

Beispiel Spiegelung Fräsen

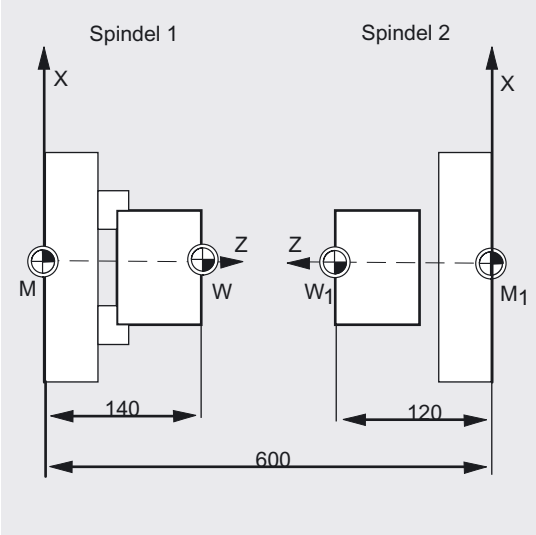
Die hier gezeigte Kontur programmieren Sie einmal als Unterprogramm. Die drei weiteren Konturen erzeugen Sie durch Spiegelung. Der Werkstücknullpunkt wird zentral zu den Konturen angeordnet.




```
N10 G17 G54                ;Arbeitsebene X/Y, Werkstücknullpunkt
N20 L10                    ;Erste Kontur rechts oben fertigen
N30 MIRROR X0              ;Spiegeln der X-Achse (in X wird die Richtung
                           ;getauscht)
N40 L10                    ;Zweite Kontur links oben fertigen
N50 AMIRROR Y0             ;Spiegeln der Y-Achse (in Y wird die Richtung
                           ;getauscht)
N60 L10                    ;Dritte Kontur links unten fertigen
N70 MIRROR Y0              ;MIRROR setzt vorherige Frames zurück. Spiegeln der
                           ;Y-Achse (in Y wird die Richtung getauscht)
N80 L10                    ;Vierte Kontur rechts unten fertigen
N90 MIRROR                 ;Spiegeln ausschalten
N100 G0 X300 Y100 M30      ;Wegfahren, Programmende
```

Beispiel Spiegelung Drehen

Die eigentliche Bearbeitung wird als Unterprogramm abgelegt und die Abarbeitung an der jeweiligen Spindel realisieren Sie durch Spiegelungen und Verschiebungen.



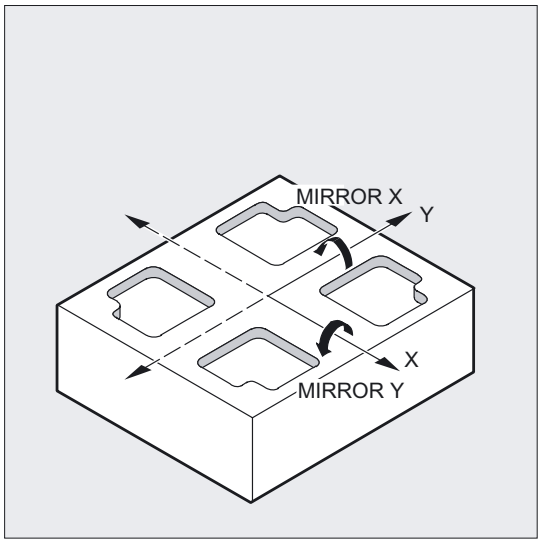

```
N10 TRANS X0 Z140           ;Nullpunktverschiebung auf W
N.. ...                     ;Bearbeitung der 1. Seite mit Spindel 1
N30 TRANS X0 Z600           ;Nullpunktverschiebung auf Spindel 2
N40 AMIRROR Z0              ;Spiegeln der Z-Achse
N50 ATRANS Z120             ;Nullpunktverschiebung auf W1
N.. ...                     ;Bearbeitung der 2. Seite mit Spindel 2
```

Ersetzende Anweisung, MIRROR X Y Z

Die Spiegelung wird über axiale Richtungswechsel in der gewählten Arbeitsebene programmiert.

Beispiel: Arbeitsebene G17 X/Y

Die Spiegelung (an der Y-Achse) erfordert einen Richtungswechsel in X und wird demnach programmiert mit MIRROR X0. Die Kontur wird dann spiegelverkehrt auf der gegenüberliegenden Seite der Spiegelachse Y bearbeitet.



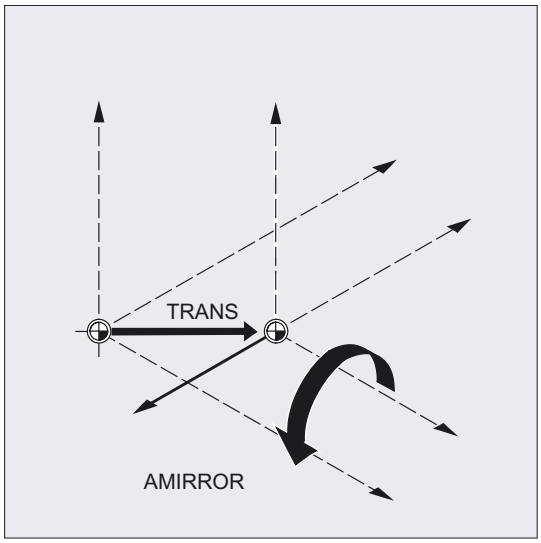
Die Spiegelung bezieht sich auf die mit G54 bis G57 eingestellten Koordinatenachsen.

Vorsicht

Der Befehl MIRROR löscht alle vorher gesetzten programmierbaren Frames.

Additive Anweisung, AMIRROR X Y Z

Eine Spiegelung, die auf bereits bestehenden Transformationen aufbauen soll, programmieren Sie mit AMIRROR. Als Bezug gilt das aktuell eingestellte oder zuletzt programmierte Koordinatensystem.



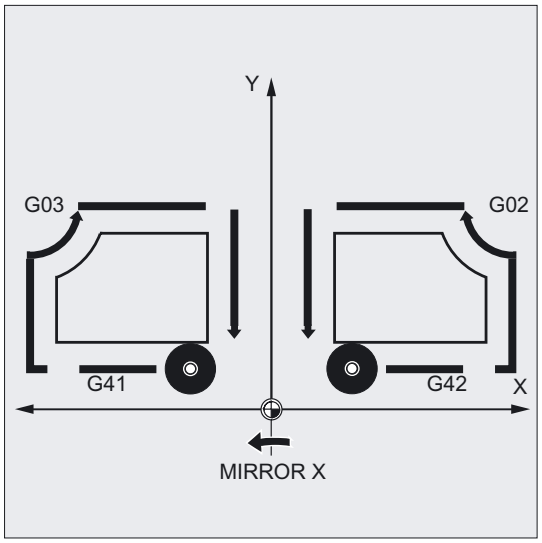
Spiegelung ausschalten

Für alle Achsen: MIRROR (ohne Achsangabe)

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

Hinweis

Die Steuerung stellt mit dem Spiegelbefehl automatisch die Bahnkorrekturbefehle (G41/G42 bzw. G42/G41) entsprechend der veränderten Bearbeitungsrichtung um.



Gleiches gilt für den Kreisdrehsinn (G2/G3 bzw. G3/G2).

Hinweis

Wenn Sie nach MIRROR eine additive Drehung mit AROT programmieren, müssen Sie fallweise mit umgekehrten Drehrichtungen (positiv/negativ bzw. negativ/positiv) arbeiten. Spiegelungen in den Geometrieachsen werden von der Steuerung selbsttätig in Rotationen und ggf. Spiegelungen der durch Maschinendatum einstellbaren Spiegelachse umgerechnet. Dies gilt auch für einstellbare Nullpunktverschiebungen.

Maschinenhersteller

- Über Maschinendatum MD kann eingestellt werden, um welche Achse gespiegelt wird. MD 10610 = 0: Es wird um die programmierte Achse gespiegelt (Negieren der Werte). MD 10610 = 1 oder 2 oder 3: Je nach Eingabewert wird das Spiegeln auf ein Spiegeln einer bestimmten Bezugsachse (1=X-Achse; 2=Y-Achse; 3=Z-Achse) und Drehungen von zwei anderen Geometrieachsen abgebildet.
- Mit dem MD10612 MIRROR_TOGGLE = 0 kann festgelegt werden, dass die programmierten Werte immer ausgewertet werden. Bei einem Wert von 0, wie bei MIRROR X0, wird die Spiegelung der Achse ausgeschaltet und bei Werten ungleich 0 wird die Achse gespiegelt, wenn sie noch nicht gespiegelt ist.

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

Funktion

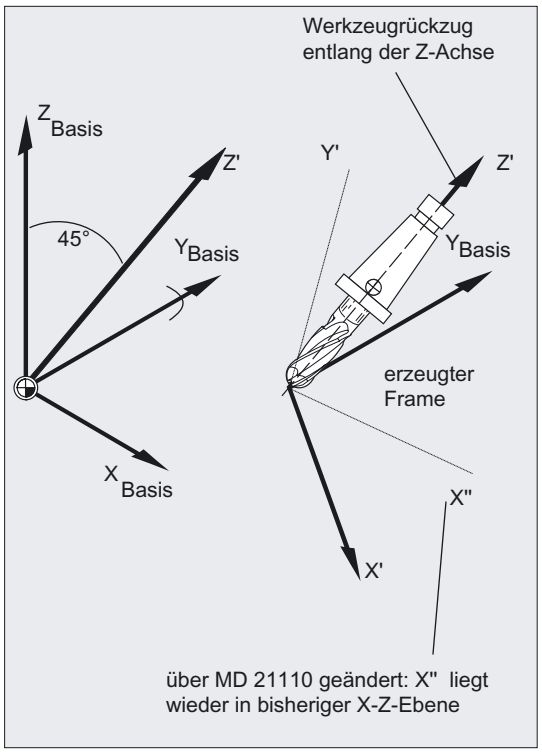
TOFRAME erzeugt einen rechtwinkligen Frame, dessen Z-Achse mit der aktuellen Werkzeugausrichtung übereinstimmt. Damit können Sie z. B. nach einem Werkzeugbruch bei einem 5-Achs-Programm kollisionsfrei freifahren, indem Sie die Z-Achse zurückziehen. Der resultierende Frame, der die Orientierung beschreibt, steht in der Systemvariablen für den programmierbaren Frame $P_PFRAME.

Mit TOROT wird im programmierten Frame nur der Rotationsanteil überschrieben. Alle übrigen Komponenten bleiben unverändert.

Mit PAROT wird das Werkstück am Werkstückkoordinatensystem (WKS) ausgerichtet.

Maschinenhersteller

Die Lage der beiden Achsen X und Y kann im MD21110: X_AXES_IN_OLD_X_Z_PLANE festgelegt werden; dabei wird X in die bisherige X-Z-Ebene um Z gedreht.



Programmierung

`TOFRAME`	Framedrehung in Werkzeugrichtung
oder	
`TOFRAMEZ` oder `TOFRAMEY` oder `TOFRAMEX`	Z/Y/X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung
oder	
`TOROTOF`	Framedrehung in Werkzeugrichtung AUS
oder Framedrehung ein mit	
`TOROT` oder `TOROTZ` oder `TOROTY` oder `TOROTX`	Z/Y/X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung
oder	
`PAROT`	Werkstückkoordinatensystem (WKS) am Werkstück ausrichten
oder	
`PAROTOF`	Werkstückbezogene Framedrehung ausschalten

Parameter

`TOFRAME`	`Framedrehung in Werkzeugrichtung`
	`Nach dem Satz mit TOFRAME, gilt der neue Frame, dessen Z-Achse in Werkzeugrichtung zeigt. Mit TOROTOF wird die Framedrehung in Werkzeugrichtung ausgeschaltet.`
`TOFRAMEZ`	`Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung`
`TOFRAMEY`	`Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung`
`TOFRAMEX`	`X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung`
`TOROTOF`	`Framedrehung in Werkzeugrichtung AUS`
`TOROT`	`Framedrehung ein Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung. Die durch TOROT definierte Drehung ist die gleiche wie bei TOFRAME.`
`TOROTZ`	`Framedrehung ein Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung`
`TOROTY`	
`TOROTX`	`Framedrehung ein Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung`
	`Framedrehung ein X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung`
`PAROT`	`Werkstückkoordinatensystem (WKS) am Werkstück ausrichten. Translationen, Skalierungen und Spiegelungen im aktiven Frame bleiben erhalten. Die mit PAROT aktivierte werkstückbezogene Framedrehung wird mit PAROTOF ausgeschaltet.`
`PAROTOF`	`Werkstückbezogene Framedrehung ausschalten`

Fräsbearbeitung bei Arbeitsebene G17

Mit TOFRAME oder TOROT werden Frames definiert, deren Z-Richtung in Werkzeugrichtung zeigt. Diese Definition ist auf Fräsbearbeitungen zugeschnitten, bei denen typischerweise Arbeitsebene G17 X/Y der 1.-2. Geometrieachse aktiv.

Drehbearbeitung bei Arbeitsebene G18 oder G19

Insbesondere bei Drehbearbeitungen oder allgemein bei aktiven G18 oder G19 werden Frames benötigt, bei denen die Ausrichtung des Werkzeugs in X-Achse oder Y-Achse erfolgt. Mit den G-Codes

- TOFRAMEX TOROTX
- TOFRAMEY TOROTY
- TOFRAMEZ TOROTZ

kann ein entsprechendes Frame definiert werden. Diese Funktionalität von TOFRAME und TOFRAMEZ oder TOROT und TOROTZ ist jeweils identisch.

Beispiel TOFRAME

```
N100 G0 G53 X100 Z100 D0
N120 TOFRAME
N140 G91 Z20                  ;der Frame TOFRAME wird eingerechnet, alle
                              ;programmierten Geometrieachsbewegungen
                              ;beziehen sich auf TOFRAME
N160 X50
...
```

Fräsbearbeitung bei Arbeitsebene G17

Mit TOFRAME oder TOROT werden Frames definiert, deren Z-Richtung in Werkzeugrichtung zeigt. Diese Definition ist auf Fräsbearbeitungen zugeschnitten, bei denen typischerweise Arbeitsebene G17 X/Y der 1.-2. Geometrieachse aktiv.

Drehbearbeitung bei Arbeitsebene G18 oder G19

Insbesondere bei Drehbearbeitungen oder allgemein bei aktiven G18 oder G19 werden Frames benötigt, bei denen die Ausrichtung des Werkzeugs in X-Achse oder Y-Achse erfolgt. Mit den G-Codes

- TOFRAMEX TOROTX
- TOFRAMEY TOROTY
- TOFRAMEZ TOROTZ

kann ein entsprechendes Frame definiert werden. Diese Funktionalität von TOFRAME und TOFRAMEZ oder TOROT und TOROTZ ist jeweils identisch.

Zuordnung Achsrichtung

Wird an Stelle von TOFRAME(Z) oder TOROT(Z) einer der G-Codes TOFRAMEX, TOFRAMEY, TOROTX, TOROTY programmiert, dann gelten die Zuordnungen der Achsrichtungen entsprechend dieser Tabelle:

TOFRAME (Z), TOROT (Z)	**TOFRAMEY, TOROTY**	**TOFRAMEX, TOROTX**	
Z	Y	X	Werkzeugrichtung (Applikate)
X	Z	Y	Nebenachse (Abszisse)
Y	X	Z	Nebenachse (Ordinate)

Hinweis

Nach einer Werkzeugausrichtung mit TOFRAME beziehen sich alle programmierten Geometrieachsbewegungen auf den dadurch erzeugten Frame.

Hinweis

Eigener Systemframe für TOFRAME oder TOROT

Die durch TOFRAME oder TOROT entstehenden Frames können in einen eigenen Systemframe $P_TOOLFRAME geschrieben werden.

Dazu muss das Bit 3 im Maschinendatum MD 28082: MM_SYSTEM_FRAME_MASK gesetzt werden. Der programmierbare Frame bleibt hierbei unverändert erhalten. Unterschiede ergeben sich, wenn der programmierbare Frame weiter bearbeitet wird.

Hinweis

Mit dem Sprachbefehl TOROT wird eine konsistente Programmierung bei aktiven orientierbaren Werkzeugträgern für jeden Kinematiktyp erreicht. Analog zur Situation bei drehbarem Werkzeugträger, kann mit PAROT eine Drehung des Werkzeugtisches aktiviert werden. Damit wird ein Frame definiert, welches die Lage des Werkstückkoordinatensystems so verändert, dass es zu keiner Ausgleichsbewegung der Maschine kommt. Der Sprachbefehl PAROT wird nicht abgelehnt, wenn kein orientierbarer Werkzeugträger aktiv ist.

Literatur: Weitere Erläuterungen zu Maschinen mit orientierbaren Werkzeugträger siehe:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Werkzeugorientierung"
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1),
Kapitel "Orientierbare Werkzeugträger"

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

Funktion

Beim Abarbeiten bestimmter Vorgänge, wie z. B. Anfahren des Werkzeugwechselpunktes oder Grundstellung müssen verschiedene Frame-Komponenten definiert und zeitlich bestimmt unterdrückt werden. Eingestellte Frames können entweder modal ausgeschaltet oder satzweise unterdrückt werden.

Die programmierbaren Frames löschen Sie durch Angabe einer Komponente TRANS, ROT, SCALE, MIRROR ohne Achsangabe.

Koordinatentransformationen ausschalten

Hierbei ist zu unterscheiden zwischen satzweisen Unterdrücken und modal wirksamen Ausschalten.

Programmierung

```
G53
```

oder

```
G153
```

oder

```
SUPA
```

oder

```
G500
```

Parameter

Satzweises Unterdrücken:

G53	Ausschalten aller programmierbaren und einstellbaren Frames
G153	Ausschalten aller programmierbaren, einstellbaren und Basisframes
SUPA	Ausschalten aller programmierbaren, einstellbaren Frames, DRF-Handradverschiebungen, externen Nullpunktverschiebungen und Preset-Verschiebung

Modales Ausschalten:

G500	Ausschalten aller einstellbaren Frames, wenn in G500 kein Wert steht

FRAMES Löschen:

TRANS, ROT, SCALE, MIRROR	Programmierbare Frames Löschen ohne Achsangabe

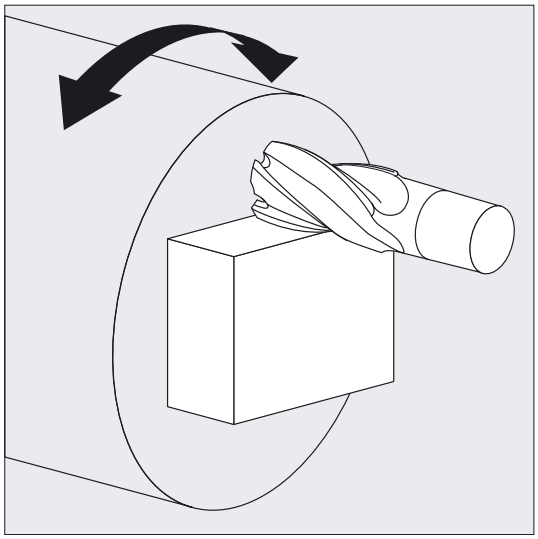
Weitere Erläuterungen zu Verschiebungen mit Frames siehe:
Literatur:
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)

6.10 Fräsbearbeitung an Drehteilen (TRANSMIT)

Funktion

Die Funktion TRANSMIT ermöglicht folgende Leistungen:

- Stirnseitige Bearbeitung an Drehteilen in der Drehaufspannung (Bohrungen, Konturen).
- Für die Programmierung dieser Bearbeitungen kann ein kartesisches Koordinatensystem benutzt werden.
- Die Steuerung transformiert die programmierten Verfahrbewegungen des kartesischen Koordinatensystems auf die Verfahrbewegungen der realen Maschinenachsen (Standardfall):
  - Rundachse
  - Zustellachse senkrecht zur Drehachse
  - Längsachse parallel zur Drehachse (die Linearachsen stehen senkrecht aufeinander).
- Werkzeugmittenversatz relativ zur Drehmitte ist zulässig.
- Die Geschwindigkeitsführung berücksichtigt die für die Drehbewegungen definierten Begrenzungen.



Weitere Informationen siehe
Literatur: /PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Transformationen"

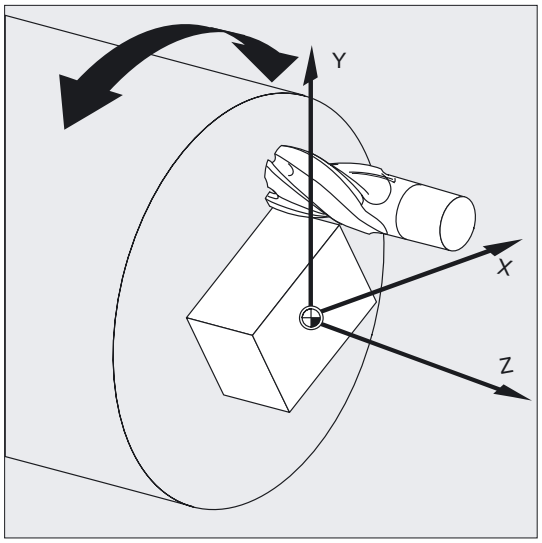
Programmierung

`TRANSMIT` oder `TRANSMIT(n)`

Parameter

TRANSMIT	Aktiviert die erste vereinbarte TRANSMIT-Funktion
TRANSMIT(n)	Aktiviert die n. vereinbarte TRANSMIT-Funktion; n darf maximal 2 sein (TRANSMIT(1) entspricht TRANSMIT).

Beispiel TRANSMIT Funktion aktivieren




```
N10 T1 D1 G54 G17 G90 F5000 G94        ;Werkzeuganwahl
N20 G0 X20 Z10 SPOS=45                 ;Anfahren der Ausgangsstellung
N30 TRANSMIT                           ;TRANSMIT-Funktion aktivieren
N40 ROT RPL=-                          ;Frame einstellen
N50 ATRANS X
N60 G1 X10 Y                           ;Vierkant schruppen
N70 X-
N80 Y10
N90 X10
N100 Y-
N110 ...
```

6.11 Zylindermanteltransformation (TRACYL)

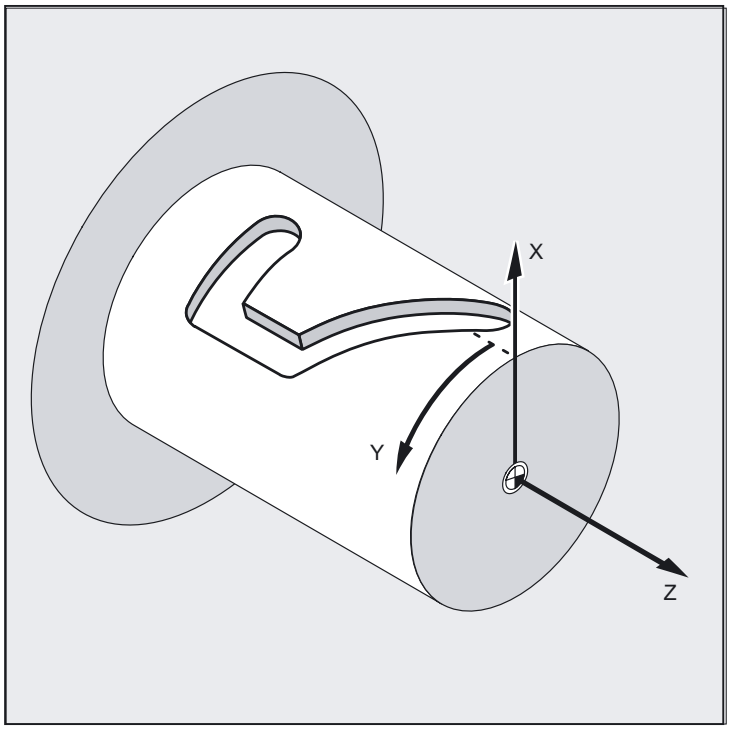
Funktion

Die Zylindermantelkurventransformation TRACYL ermöglicht folgende Leistungen:

Bearbeitung von

- Längsnuten an zylindrischen Körpern,
- Quernuten an zylindrischen Körpern,
- beliebig verlaufende Nuten an zylindrischen Körpern.

Der Verlauf der Nuten wird bezogen auf die abgewickelte, ebene Zylindermantelfläche programmiert.



Weitere Informationen siehe
Literatur: /PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Transformationen"

Programmierung

`TRACYL(d)` oder `TRACYL(d,t)`

Parameter

`TRACYL (d)`	`Aktiviert die erste vereinbarte TRACYL-Funktion`
`TRACYL (d,n)`	`Aktiviert die n. vereinbarte TRACYL-Funktion; n darf maximal 2 sein, TRACYL(d,1) entspricht TRACYL(d).`
`d`	`Wert für den aktuellen Durchmesser des zu bearbeitenden Zylinders.`

6.12 Transformation abwählen (TRAFOOF)

Funktion

Eine aktive Polar-Transformation TRANSMIT, Zylindermanteltransformation TRACYL, Transformation Schräge Achse TRAAANG oder Orientierungstransformation TRAORI kann mit TRAFOOF ausgeschaltet werden.

Programmierung

`TRANSMIT` oder `TRACYL` oder `TRAANG` oder `TRAORI`

`TRAFOOF`

Parameter

`TRANSMIT`	`TRANSMIT-Funktion (Polar-Transformation) ist aktiviert`
`TRACYL`	`TRACYL-Funktion (Zylindermanteltransformation) ist aktiviert`
`TRAANG`	`TRAANG-Funktion (Transformation Schräge Achse) ist aktiviert`
`TRAORI`	`TRAORI-Funktion (Orientierungstransformation) ist aktiviert`
`TRAFOOF`	`eine der im jeweiligen Kanal aktive Transformation ausschalten`

Hinweis

Eine aktive Transformation TRANSMIT wird ebenfalls ausgeschaltet, wenn im jeweiligen Kanal eine der übrigen Transformationen aktiviert wird (z. B. TRACYL, TRAANG, TRAORI).

Eine aktive Transformation TRACYL, TRAANG oder TRAORI kann ebenso mit einer der im jeweiligen Kanal aktivierten übrigen Transformationen ausgeschaltet werden.

6.13 DRF-(Handrad)Verschiebungen, überlagerte Bewegungen abwählen (DRFOF, CORROF)

Funktion

Für DRF-Handradverschiebungen können mit DRFOF alle aktiven Achsen des Kanals ausgeschaltet werden. Soll z. B. eine bestimmte Achse mit einer überlagerten Bewegung oder einen Positionsoffset interpolieren, so kann mit der Anweisung CORRROF für diese Achse entweder die DRF-Verschiebungen oder der Positionsoffset abgewählt werden. Diese Achse wird dann nicht verfahren.

Programmierung

```
DRFOF
```

oder

```
CORROF(Achse,String[Achse,String])
```

oder

```
CORROF(Achse,String)
```

oder

```
CORROF(Achse)
```

oder

```
CORROF()
```

Parameter

Modales Ausschalten:

DRFOF	Ausschalten (Abwahl) der DRF-Handradverschiebungen für alle aktiven Achsen des Kanals
CORROF(Achse,DRF[ACHSE,AA_OFF])	Ausschalten (Abwahl) der axialen DRF-Verschiebungen und des Positionsoffsets für einzelne Achsen aufgrund von $AA_OFF
CORROF(Achse)	Alle aktiven überlagerten Bewegungen werden abgewählt
Achse	Achsbezeichner (für Kanal-, Geometrie- oder Maschinenachse)
String == DRF	DRF-Verschiebungen der Achse wird abgewählt
String == AA_OFF	Positionsoffset der Achse wird aufgrund von $AA_OFF abgewählt

Folgende Erweiterungen sind möglich:

String == ETRANS	Eine aktive Nullpunktverschiebung wird abgewählt
String == FTOCOF,	Wirkt wie FTOCOF (Online-Werkzeugkorrektur ausschalten)

Beispiel Axiale DRF Abwahl

Über DRF-Handradverfahren wird eine DRF-Verschiebung in der X-Achse erzeugt. Für alle anderen Achsen des Kanals sind keine DRF-Verschiebungen wirksam.

`N10 CORROF(X,"DRF")` wirkt wie DRFOF( )

Über DRF-Handradverfahren wird eine DRF-Verschiebung in der X-und in der Y-Achse erzeugt. Für alle anderen Achsen des Kanals sind keine DRF-Verschiebungen wirksam.

```
N10 CORROF(X,"DRF")                    ;Nur die DRF-Verschiebung der X-Achse wird
                                       ;abgewählt, die X-Achse wird nicht
                                       verfahren
                                       ;die DRF-Verschiebung der Y-Achse bleibt
                                       ;erhalten
                                       ;bei DRFOF( ) wären beide Verschiebungen
                                       ;abgewählt worden
```

Beispiel Axiale DRF Abwahl und $AA_OFF Abwahl

Über DRF-Handradverfahren wird eine DRF-Verschiebung in der X-Achse erzeugt. Für alle anderen Achsen des Kanals sind keine DRF-Verschiebungen wirksam.

```
N10 WHEN TRUE DO $AA_OFF[X] = 10          ;Für die X-Achse wird ein Positionsoffset
G4 F5                                     == 10 ;interpoliert
N70 CORROF(X,"DRF",X,"AA_OFF")            ;Nur die DRF-Verschiebung der X-Achse wird
                                          ;abgewählt, die X-Achse wird nicht
                                          verfahren
                                          ;die DRF-Verschiebung der Y-Achse bleibt
                                          ;erhalten
```

Beispiel AA_OFF Abwahl

Ein Positionsoffset der X-Achse wird abgewählt mit: CORROF(X,"AA_OFF") bei $AA_OFF[X] = 0 und zur aktuellen Position der X-Achse hinzugerechnet.

Folgendes Programmierbeispiel zeigt die betreffenden Programmierbefehle für die X-Achse die vorher mit einem Positionsoffset von 10 interpoliert wurde:

```
N10 WHEN TRUE DO $AA_OFF[X] = 10          ;Für die X-Achse wird ein Positionsoffset
G4 F5                                     == 10 ;interpoliert
N80 CORROF(X,"AA_OFF")                    ;Positionsoffset der X-Achse löschen
                                          ;die X-Achse wird nicht verfahren
```

Beschreibung

CORROF

Vorlaufstopp wird ausgelöst und der Positionsanteil der abgewählten überlagerten Bewegung (DRF-Verschiebung bzw. Positionsoffset) in die Position im Basiskoordinatensystem übernommen. Da keine Achse verfahren wird, ändert sich der Wert von $AA_IM[Achse] nicht. Aufgrund der abgewählten überlagerten Bewegung wird nur der Wert der Systemvariable $AA_IW[Achse] verändert.

Nach der Abwahl des Positionsoffsets durch
$AA_OFF z. B. für eine Achse ist die Systemvariable
$AA_OFF_VAL dieser Achse Null.

Auch in der Betriebsart JOG kann mit Bit 2 = 1 des MD 36750: AA_OFF_MODE bei einer Änderung von $AA_OFF eine Interpolation des Positionsoffsets als überlagerte Bewegung freigeschaltet werden.

Hinweis

CORROF ist nur vom Teileprogramm aus möglich, nicht über Synchronaktionen.

Ist bei der Abwahl des Positionsoffsets über den Teileprogrammbefehl CORROF(Achse,"AA_OFF") eine Synchronaktion aktiv, so wird der Alarm 21660 gemeldet. Gleichzeitig wird $AA_OFF abgewählt und nicht wieder gesetzt. Wird die Synchronaktion später im Satz nach CORROF aktiv, so bleibt $AA_OFF gesetzt und es wird ein Positionsoffset interpoliert.

Wurde für eine Achse ein CORROF programmiert und diese Achse in einem anderen Kanal aktiv, so wird mit Achstausch diese Achse mit MD 30552: AUTO_GET_TYPE = 0 in den anderen Kanal geholt. Dadurch wird die DRF-Verschiebung sowie ein eventuell vorhandener Positionsoffset abgewählt.

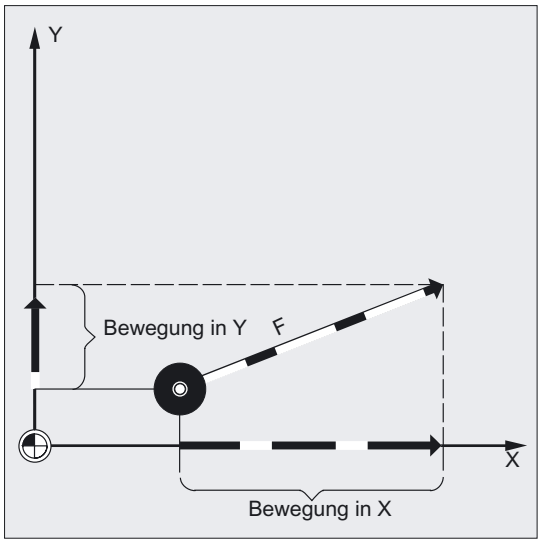
Vorschubregelung und Spindelbewegung

7

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

Funktion

Mit den genannten Befehlen stellen Sie die Vorschubgeschwindigkeiten im NC-Programm für alle an der Bearbeitungsfolge beteiligten Achsen ein.



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

Folgende Vorschubarten können programmiert werden:

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

Hinweis

Der zeitreziproke Vorschub 1/min G93 ist nicht für 802D implementiert.

Programmierung

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

Parameter

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

Beispiel Wirkungsweise von FGROUP

Das folgende Beispiel soll die Wirkungsweise 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. Siehe /FBSY/, Synchronaktionen.

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

Beispiel Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL verfahren

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

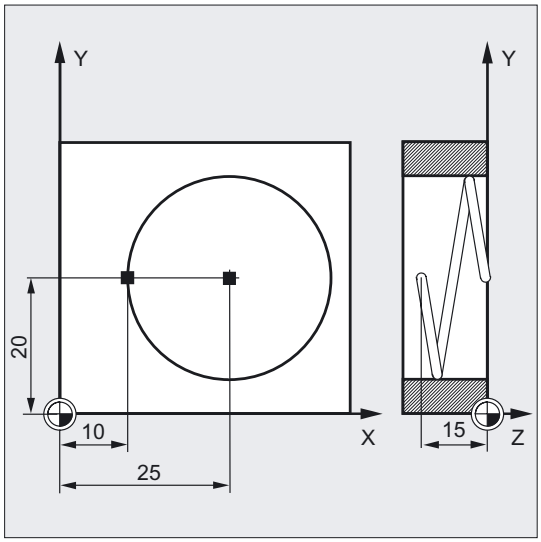
Beispiel, Z ist Synchronachse:

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

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

Beispiel Schraubenlinieninterpolation

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




```
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      ;Auf der Kreisbahn gilt Vorschub 1000 mm/min.
FL[Z]=200                             ;In Z-Richtung wird synchron verfahren.
...
N100 FL[Z]=$MA_AX_VELO_LIMIT[0,Z]     ;Durch Lesen der Geschwindigkeit aus dem MD
                                      ;wird die Grenzgeschwindigkeit abgewählt,
                                      ;der Wert aus dem MD gelesen.
N110 M30                              ;Programmende
```

Vorschub G93, G94, G95

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

Vorschub F für Bahnachsen

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

Pro NC-Satz darf ein F-Wert programmiert werden. Die Einheit der Vorschubgeschwindigkeit legen Sie über einen der genannten G-Befehle fest. Der Vorschub F wirkt nur auf

Bahnachsen und gilt solange, bis ein neuer Vorschubwert programmiert wird. Nach der Adresse F sind Trennzeichen zulässig.

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

Vorschub für Synchronachsen

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

Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL verfahren

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

Synchronachsen mit Bahngeschwindigkeit F verfahren, FGROUP

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

Beispiel: `N10 FGROUP(X, Y)`

FGROUP ändern

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

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

Hinweis

Bei FGROUP müssen Sie Kanalachsnamen programmieren.

Vorsicht

Die FGREF-Bewertung wirkt auch, wenn nur Rundachsen im Satz programmiert sind. Die gewohnte F-Wert Interpretation als Grad/min gilt in diesem Fall nur, wenn der Radiusbezug entsprechend der FGREF-Voreinstellung ist, bei

G71/G710: FGREF[A]=57.296

G70/G700: FGREF[A]=57.296/25.4

Maßeinheiten und Berechnung

Maschinenhersteller

Beachten Sie die Angaben des Maschinenherstellers.

Maßeinheiten für den Vorschub F

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

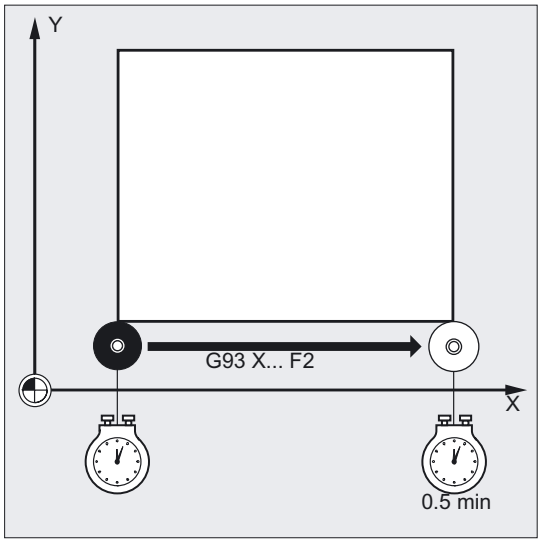
Hinweis

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

Vorschub G93

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

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



Hinweis

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

Maßeinheit für Synchronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL

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

Maßeinheit für Rund- und Linearachsen

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

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

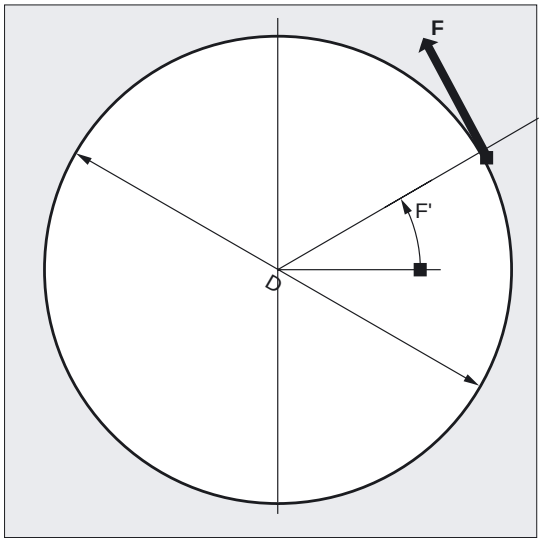
*F[mm/min] = F'[Grad/min] * π * D[mm] / 360[Grad]*

F: Tangentialgeschwindigkeit

F': Winkelgeschwindigkeit

π: Kreiskonstante

D: Durchmesser



Rundachsen mit Bahngeschwindigkeit F verfahren, FGREF

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

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

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

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

Hinweis

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

Besonderheiten: Bei folgender Programmierung

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

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

Bahnbezugsfaktoren für Orientierungsachsen mit FGREF

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

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

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

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

Hierbei sind:

A: Achsbezeichner der 1. Orientierungsachse

B: Achsbezeichner der 2. Orientierungsachse

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

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

*FGREF[eff] = Quadratwurzel aus:[(FGREF[A] * FGREF[B])]*

Hinweis

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

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

Funktion

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

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

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

Programmierung

```
POS [Achse]=…
```

oder

```
POSA [Achse]=…
```

oder

```
POSP [Achse]=(…,…,…)
```

oder

```
FA [Achse]=…
```

oder

```
WAITP (Achse)=…
```
(Programmierung muss im eigenen NC-Satz geschrieben sein)

oder

```
WAITMC (Marke)=…
```

Parameter

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

```
Achse                   Kanalachsen oder Geometrieachsen
Marke, ,                Eine Achse wird nur abgebremst, wenn die Marke noch nicht
                        erreicht ist oder ein anderes Satzendekriterium den
                        Satzwechsel verhindert.
```

Beispiel Fahren mit POSA[…]=

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

```
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 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:

```
N10 FA[U]=100 FA[V]=100                   ;Achsspezifische Vorschubangaben für die
                                          ;einzelnen Positionierachsen U und V
N20 POSA[V]=90 POSA[U]=100 G0 X50 Y70     ;Positionier- und Bahnachsen verfahren
N50 WAITP(U)                              ;Der Programmablauf wird erst
                                          ;fortgesetzt, wenn die Achse U den in N20
                                          ;programmierten Endpunkt erreicht hat.
N60 …
```

Fahren mit POSA[…]=

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



Vorsicht

Interner Vorlaufstopp

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

Fahren mit POS[…]=

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

Fahren mit POSP[…]=

POSP wird speziell für die Programmierung von Pendelbewegungen eingesetzt, siehe

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Pendeln Kapitel "Asynchrones Pendeln"

Warten auf Verfahrende mit WAITP(…)

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

Satzwechsel in der Bremsrampe mit IPOBRKA und WAITMC(…)

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

7.3 Lagegeregelter Spindelbetrieb (SPCON, SPCOF)

Funktion

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

Hinweis

Der Befehl benötigt max. 3 Interpolationstakte.

Programmierung

`SPCON oder SPCON(n)` Lageregelung einschalten

oder

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

oder

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

oder

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

Parameter

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

Hinweis

SPCON wirkt modal und bleibt bis SPCOF erhalten.

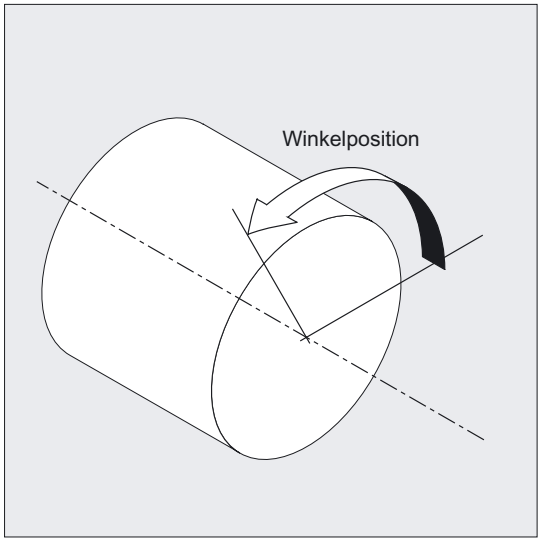
Die Drehzahl wird mit S… angegeben. Für die Drehrichtungen und Spindel Halt gelten M3, M4 und M5.

Bei Synchronspindel-Sollwertkopplung muss die Leitspindel lagegeregelt sein.

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

Funktion

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



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

Ausschalten

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

Programmierung

```
SPOS=… oder SPOS[n]=…
```

oder

```
M19 oder M[n]=19
```

oder

```
SPOSA=… oder SPOSA[n]=…
```

oder

`M70` oder `Mn=7`

oder

`FINEA=…` oder `FINEA[n]=…`

oder

`COARSEA=…` oder `COARSEA[n]=…`

oder

`IPOENDA=…` oder `IPOENDA[n]=…`

oder

`IPOBRKA=…` oder `IPOBRKA(Achse[,REAL])` (Programmierung im eigenen NC-Satz)

oder

`WAITS` oder `WAITS(n,m)` (Programmierung im eigenen NC-Satz)

Parameter

`SPOS=` `SPOS[n]=`	Masterspindel (SPOS) oder Spindel mit Nummer n (SPOS[n]) positionieren, der NC-Satz wird erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist.
`M19` `M[n]=19`	Masterspindel (M19) oder Spindel mit Nummer n (M[n]=19) positionieren, der NC-Satz wird erst weitergeschaltet, wenn die Position erreicht ist.
`SPOSA=` `SPOSA[n]=`	Masterspindel mit SPOSA oder Spindel mit Nummer n (SPOSA[n]) positionieren, der NC-Satz wird weitergeschaltet, auch wenn die Position nicht erreicht ist
`M70` `Mn=70`	Masterspindel (M70) oder Spindel mit Nummer n (Mn=70) in den Achsbetrieb umschalten. Es wird keine definierte Position angefahren. Der NC-Satz wird weitergeschaltet, wenn die Umschaltung ausgeführt wurde.
`FINEA=`	Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Fein"
`FINEA[Sn]=`	Positionierende der angegebenen Spindel Sn
`COARSEA=`	Bewegungsende beim Erreichen von "Genauhalt Grob"
`COARSEA[Sn]=`	Positionierende der angegebenen Spindel Sn
`IPOENDA=`	Bewegungsende beim Erreichen von "IPO-Stopp"
`IPOENDA[Sn]=`	Positionierende der angegebenen Spindel Sn
`IPOBRKA=` `IPOBRKA(Achse[,Real])=`	Bewegungsendekriterium ab Einsatzzeitpunkt der Bremsrampe bei 100% bis zum Ende der Bremsrampe bei 0% und ist identisch mit IPOENDA. IPOBKRA muss in runden Klammern "()" programmiert werden.
`WAITS` `WAITS(n,m)`	Warten auf das Erreichen von der Spindelposition, Spindelstillstand nach M5, Spindeldrehzahl nach M3/M4 WAITS gilt für die Masterspindel, WAITS(..., ...) für die angegebenen Spindelnummern
`n`	Ganze Zahlen von 1 ... n der Spindelnummer
`m`	Ganze Zahlen von 1 ... m der Masterspindel
`Sn`	n. Spindelnummer, 0... max. Spindelnummer
`Achse`	Kanalbezeichner
`Real`	Prozentuelle Angabe 100-0% bezogen auf die Bremsrampe für Satzwechsel. Wenn keine Angabe, so wird der aktuelle Wert des Settingdatums wirksam.

Spindelpositionen angeben

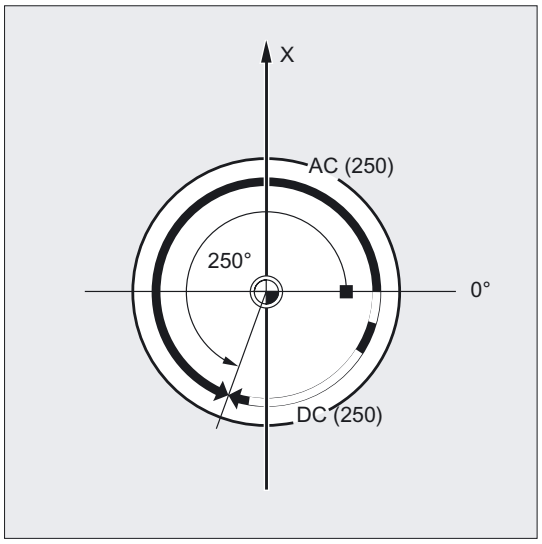
Die Spindelposition wird in Grad angegeben. Pro NC-Satz sind 3 Spindelpositionsangaben möglich. Ohne Angaben wird automatisch wie bei der DC-Angabe verfahren. Bei Inkrementeller Maßangabe IC (Kettenmaß) ist die Spindelpositionierung über mehrere Umdrehungen möglich.

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

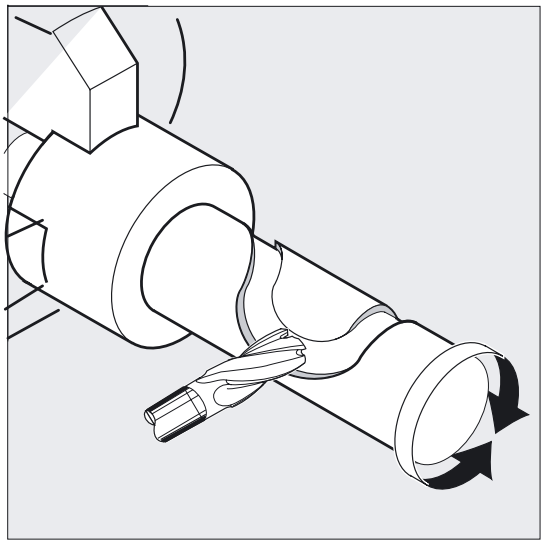
Beispiel Spindel mit negativer Drehrichtung positionieren

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

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



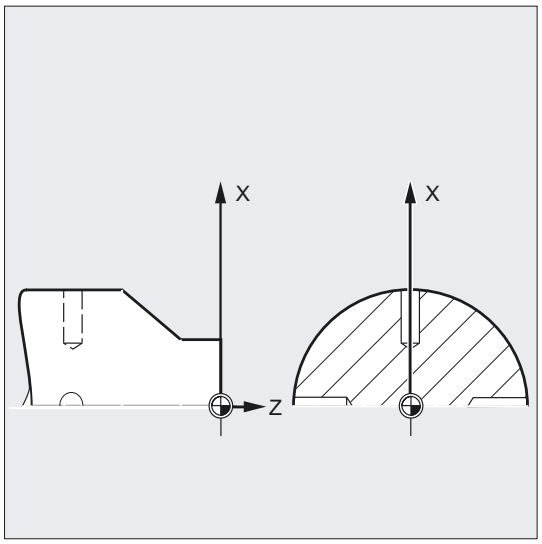
Beispiel Spindelpositionierung für lagegeregelten Achsbetrieb



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

Beispiel Drehteil mit Querbohrungen setzen

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




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

Voraussetzung

Die Spindel muss im lagegeregelten Betrieb arbeiten können.

Positionieren mit SPOSA=, SPOSA[n]=

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

Achtung

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

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

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

Geschwindigkeit der Bewegungen

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

Spindelpositionen angeben

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

Positionierende

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

Satzwechselzeitpunkt einstellbar

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

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

```
N10 POS[X]=100
N20 IPOBRKA(X,100)
N30 POS[X]=200
N40 POS[X]=250
N50 POS[X]=0
```

```
N60 X10 F100
N70 M30
```

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

Spindelbewegungen synchronisieren WAITS, WAITS(n,m)

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

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

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

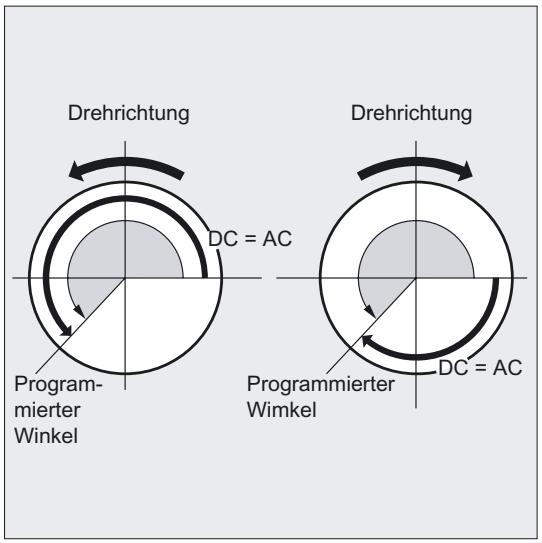
Nach M5 kann mit WAITS darauf gewartet werden, dass die Spindel(n) zum Stillstand gekommen ist/sind. Nach M3/M4 kann mit WAITS darauf gewartet werden, dass die Spindel(n) die vorgegebene Drehzahl/Drehrichtung erreicht hat/haben.

Hinweis

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

Spindel aus der Drehung (M3/M4) positionieren

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



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

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

Spindel aus dem Stillstand (M5) positionieren

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

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

Funktion

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

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

Programmierung

```
FA[Achse]=…
FA[SPI(Spindel)]=… oder FA[S…]=…
```

oder

```
FPR (Rundachse) oder FPR(SPI(Spindel)) oder FPR(S…)
```

oder

```
FPRAON (Achse,Rundachse)
```

oder

```
FPRAON(Achse,SPI(Spindel)) oder FPRAON(Achse,S…)
```

oder

```
FPRAON(SPI(Spindel),Rundachse) oder FPRAON(S…,Rundachse)
```

oder

```
FPRAON(SPI(Spindel),SPI(Spindel)) oder FPRAON(S…,S…)
```

oder

```
FPRAOF(Achse,SPI(Spindel),…) oder FPRAOF(Achse,S…,…)
```

Parameter

FA[Achse]	Vorschub für die angegebenen Positionierachsen in mm/min bzw. inch/min oder in Grad/min
FA[SPI(Spindel)]	Positioniergeschwindigkeit (axialer Vorschub)
FA[S…]	für die angegebenen Spindeln in Grad/min.
FPR	Kennzeichnung der Rundachse oder Spindel, von der der unter G95 programmierte Umdrehungsvorschub für den Umdrehungs-vorschub der **Bahn- und Synchronachsen** abgeleitet werden soll.
FPRAON	Umdrehungsvorschub für **Positionierachsen und Spindeln** axial einschalten. Die erste Angabe kennzeichnet die Positionierachse/Spindel, die mit Umdrehungsvorschub verfahren soll. Die zweite Angabe kennzeichnet die Rundachse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet werden soll.
FPRAOF	Umdrehungsvorschub ausschalten. Angabe der Achse oder Spindel, die nicht mehr mit Umdrehungsvorschub verfahren soll.
SPI	Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner; der Übergabeparameter muss eine gültige Spindelnummer enthalten. SPI dient der indirekten Vergabe einer Spindelnummer.
Achse	Positionierachsen oder Geometrieachsen
Wertebereich	…999 999,999 mm/min, Grad/min …39 999,9999 inch/min

Hinweis

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

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

Beispiel Synchronspindelkopplung

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

Beispiel: `FA[S2]=100`

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

Beispiel Berechnung des abgeleiteten Vorschubs FPR

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

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

```
N40 FPR(A)
N50 G95 X50 Y50 F500
```

Vorschub FA[…]

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

Achtung

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

Vorschub FPR[…]

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

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

Vorschub FPRAON(…,…), FPRAOF(…,…)

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

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

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

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

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

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

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

7.6 Prozentuale Vorschubkorrektur (OVR, OVRA)

Funktion

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

Programmierung

```
OVR=…
```

oder

```
OVRA[Achse]=…
```

oder

```
OVRA[SPI(Spindel)]=… oder OVRA[S…]=…
```

Parameter

OVR	Vorschubänderung in Prozent für Bahnvorschub F
OVRA	Vorschubänderung in Prozent für Positioniervorschub FA bzw. für Spindeldrehzahl S
SPI	Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner; der Übergabeparameter muss eine gültige Spindelnummer enthalten. Die Spindelbezeichner SPI(…) und S… sind funktionell identisch.
Achse	Positionierachsen oder Geometrieachsen
Wertebereich	…200%, ganzzahlig; bei Bahn- und Eilgangkorrektur werden die in Maschinendaten eingestellten maximalen Geschwindigkeiten nicht überschritten.

Beispiel Programmierte Vorschubänderung

Die programmierbare Vorschubänderung bezieht sich auf bzw. überlagert sich mit dem an der Maschinensteuertafel eingestellten Vorschub-Override.

Beispiel:

Eingestellter Vorschub-Override 80%

Programmierte Vorschubkorrektur OVR=50

Der programmierte Bahnvorschub F1000 wird in F400 (1000 * 0,8 * 0,5) verändert.

```
N10 OVR=25 OVRA[A1]=70      ;Bahnvorschub 25%, Positioniervorschub für A1 70%.
N20 OVRA[SPI(1)]=35         ;Drehzahl für Spindel 1 35%.
oder
N20 OVRA[S1]=35
```

7.7 Vorschub mit Handradüberlagerung (FD, FDA)

Funktion

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

Achtung

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

Programmierung

```
FD=…
```

oder

```
FDA[Achse]=0 oder FDA[Achse]=…
```

oder

```
FDA[Achse]=…
```

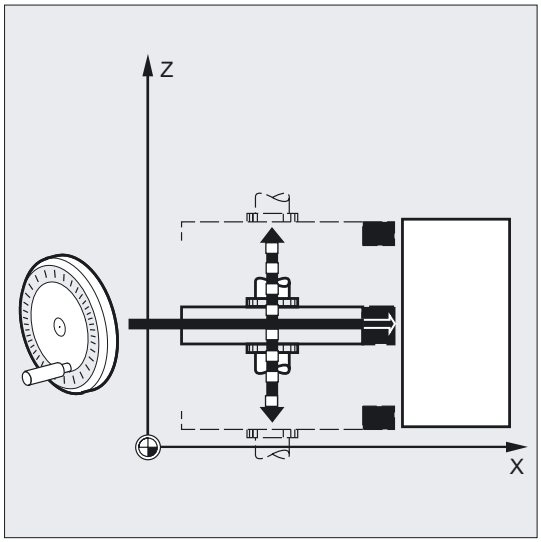
Parameter

`FD=…`	`Handradfahren für Bahnachsen mit Vorschubüberlagerung`
`FDA[Achse] =0`	`Handradfahren für Positionierachsen nach Wegvorgabe`
`FDA[Achse]=…`	`Handradfahren für Positionierachsen mit Vorschubüberlagerung`
`Achse`	`Positionierachsen oder Geometrieachsen`

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

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 NC-Betrieb weiter gefertigt.

Voraussetzung

Für die Funktion Handradüberlagerung muss den zu verfahrenden Achsen ein Handrad zugeordnet sein. Zur genauen Vorgehensweise siehe Bedienungsanleitungen für HMI. Die Anzahl der Handradimpulse pro Rasterstellung wird in Maschinendaten festgelegt.

Bahnachsen mit Handradüberlagerung verfahren, FD

Für die Handradüberlagerung von Bahnachsen gelten folgende Voraussetzungen:

Im NC-Satz mit programmierter Handüberlagerung muss

- ein Wegbefehl G1, G2 oder G3 wirken,
- Genauhalt G60 eingeschaltet und
- der Bahnvorschub mit G94 mm/min bzw. inch/min angegeben sein.

Vorschub-Override

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

Beispiel:

```
N10 G1 X… Y… F500…
N50 X… Y… FD=700
```

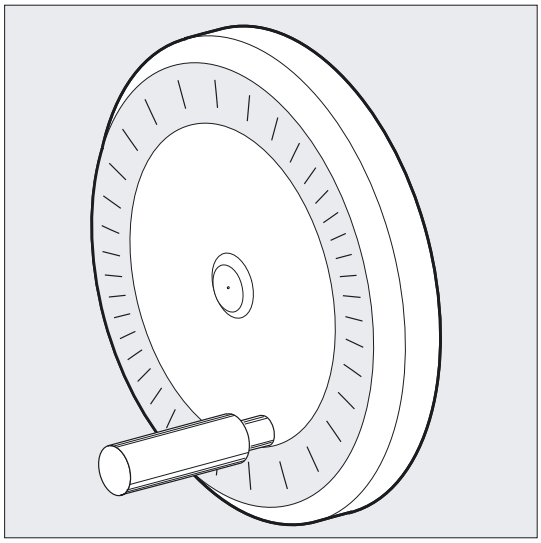
Im Satz N50 wird auf Vorschub 700 mm/min beschleunigt. Abhängig von der Drehrichtung am Handrad kann die Bahngeschwindigkeit erhöht oder reduziert werden.

Hinweis

Fahren in entgegengesetzter Richtung ist nicht möglich.

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

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



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

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

Bewegungsrichtung, Fahrgeschwindigkeit

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

Verfahrbereich

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

Handradfahren mit Geschwindigkeitsüberlagerung, FDA[Achse]=…

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

Beispiel:

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

Hinweis

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

Verfahrbereich

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

Handradüberlagerung in Automatik

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

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

7.8 Prozentuale Beschleunigungskorrektur (ACC Option)

Funktion

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

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

Programmierung

```
ACC[Achse]=…
```

oder Ausschalten

```
ACC[Achse]=100 Programmstart, Reset
```

oder

```
ACC[SPI(Spindel)]=…
```
oder
```
ACC(S…)
```

Parameter

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

Hinweis

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

Beispiel

```
N50 ACC[X]=80
```

Bedeutet: Der Achsschlitten in X-Richtung soll nur mit 80% Beschleunigung gefahren werden.

```
N60 ACC[SPI(1)]=50
```

oder

```
ACC[S1]=50
```

Bedeutet: Spindel 1 soll nur mit 50% des Beschleunigungsvermögens beschleunigen bzw. bremsen. Die Spindelbezeichner SPI(…) und S… sind funktionell identisch.

Mit ACC programmierte Beschleunigungskorrektur

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

Im Teileprogramm

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

In Sychronaktionen

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

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

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

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

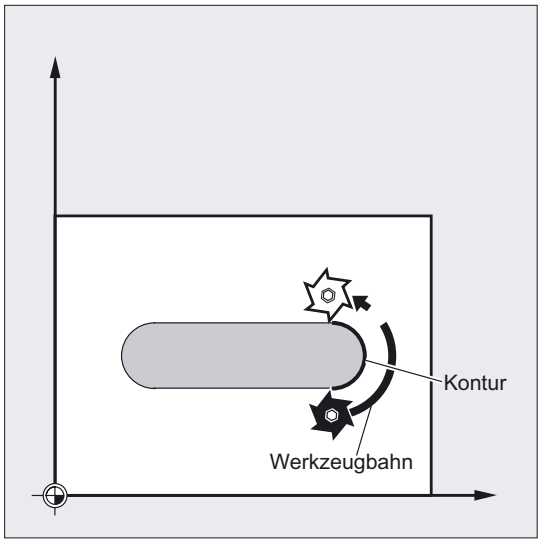
7.9 Vorschuboptimierung bei gekrümmten Bahnstücken (CFTCP, CFC, CFIN)

Funktion

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

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

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



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

Programmierung

`CFTCP` Konstanter Vorschub an der Fräsermittelpunktsbahn, Vorschubkorrektur ausschalten

oder

`CFC` Konstanter Vorschub nur an der Kontur

oder

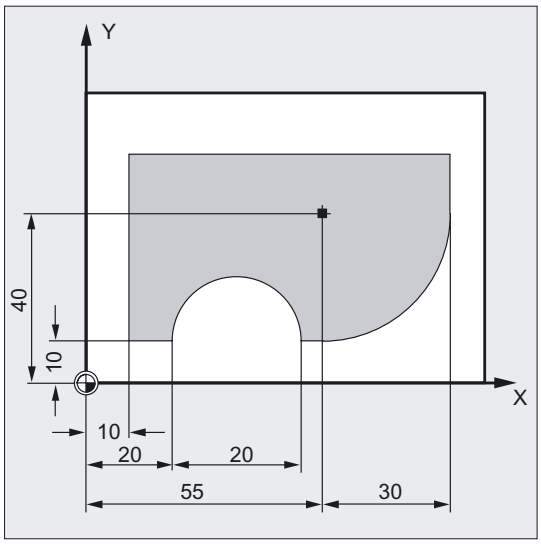
`CFIN` Konstanter Vorschub nur an den Innenradien, bei Außenradien findet keine Erhöhung statt

Parameter

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.

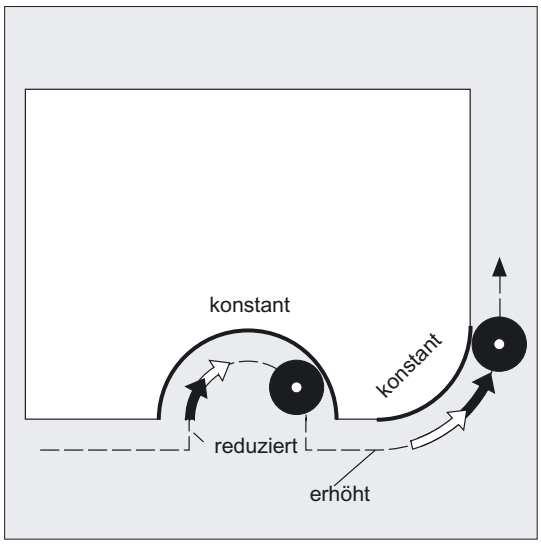
Beispiel Fräsen

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.




```
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
```

Konstanter Vorschub an der Kontur mit CFC



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

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

Funktion

Mit den genannten Funktionen

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

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

Maschinenhersteller

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

Programmierung

```
M3 oder M1=3
```

oder

```
M4 oder M1=4
```

oder

```
M5 oder M1=5
S…
```

oder

```
Sn=…
```

oder

```
SETMS(n) oder SETMS
```

Parameter

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

Spindeldrehzahl S

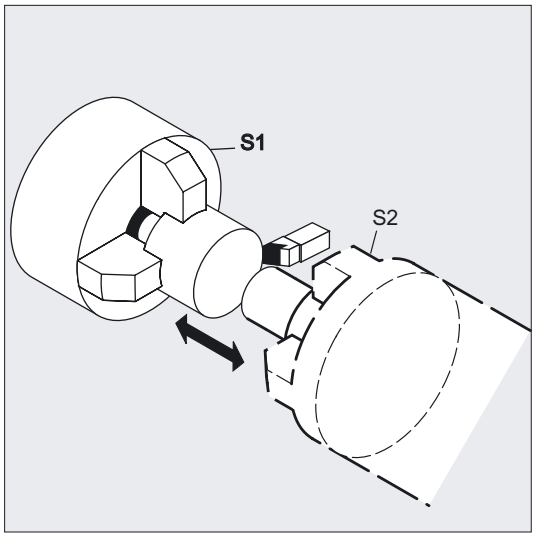
Die mit S… oder S0=… angegebene Drehzahl gilt für die Masterspindel. Für zusätzliche Spindeln geben Sie die entsprechende Nummer an: =…, S2=…

Hinweis

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

Beispiel Masterspindel mit Arbeitsspindel

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




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

Voreingestellte M-Befehle, M3, M4, M5

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

Beispiel:

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

Hinweis

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

Arbeiten mit mehreren Spindeln

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

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

Beispiel:

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

Ausschalten SETMS

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

Programmierbares Umschalten der Masterspindel, SETMS(n)

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

Beispiel:

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

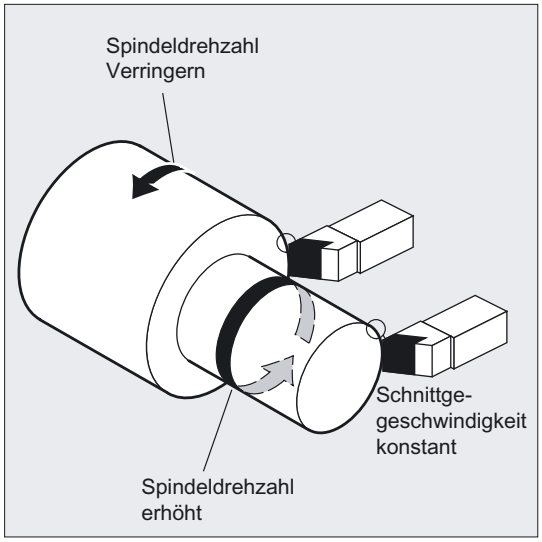
Hinweis

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

7.11 Konstante Schnittgeschwindigkeit (G96, G961, G962, G97, G971, LIMS, SCC[AX])

Funktion

Bei eingeschaltetem G96/G961wird, abhängig vom jeweiligen Werkstückdurchmesser, die Spindeldrehzahl so verändert, dass die Schnittgeschwindigkeit S in m/min bzw. ft/min an der Werkzeugschneide konstant bleibt.



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

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

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

Programmierung

```
G96 S…
```

oder

```
G961 oder G962
```

oder

```
G97
```

oder

```
G971
```

Drehzahlbegrenzung der Masterspindel in einem Satz

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

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

Zuordnung der angegebenen Achse als Bezugsachse

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

Hinweis

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

Parameter

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

Beispiel Drehzahlbegrenzung für die Masterspindel

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

Beispiel Drehzahlbegrenzung für bis zu 4 Spindeln

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

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

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

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

Vorschub F angleichen

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



Vorsicht

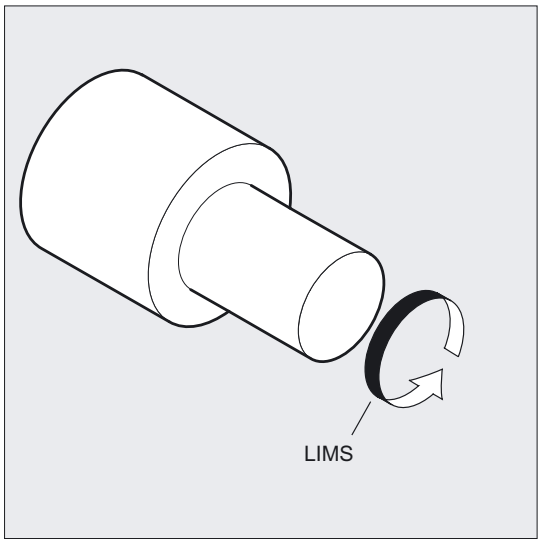
Falls `G95` noch nicht eingeschaltet war, müssen Sie bei Aufruf von `G96` einen neuen Vorschubwert F angeben (z. B. F-Wert von mm/min auf mm/Umdrehung umstellen).

Konstante Schnittgeschwindigkeit einschalten, G96/G961

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

Obere Drehzahlbegrenzung LIMS

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



Hinweis

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

Konstante Schnittgeschwindigkeit ausschalten, G97/G971

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

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

Hinweis

Die Planachse muss über Maschinendatum definiert sein.

Fahren im Eilgang G0

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

Achstausch der zugeordneten Kanalachse

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

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

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

Beispiele für Geochstausch GEOAX mit Zuordnungen der Bezugsachse mit SCC

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

```
N35 SCC[Y]            ;Bezugsachse für G96 ist Y, Reduzierung Spindeldrehzahl (Y30)
N40 G1 F1.2 Y25       ;Planbearbeitung in Y mit 1.2 mm/Umdrehung
```

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

7.12 Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (GWPSON, GWPSOF)

Funktion

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

Programmierung

```
GWPSON(T-Nr.)
```

oder

```
GWPSOF(T-Nr.)
S...
S1…
```

Parameter

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

Beispiel Schleifwerkzeuge mit konstanter Scheibenumfangsgeschwindigkeit

Für die Schleifwerkzeuge T1 und T5 soll konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit gelten.

T1 ist das aktive Werkzeug.

```
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 akt. Werkzeug auf 60 m/s setzen
…
```

```
N50 GWPSON(5)            ;SUG-Anwahl für Werkzeug 5 (2. Spindel)
N55 S2 = 40              ;SUG für Spindel 2 auf 40 m/s setzen
…
N60 GWPSOF               ;SUG für aktives Werkzeug ausschalten
N65 GWPSOF(5)            ;SUG für Werkzeug 5 (Spindel 2) ausschalten
```

Werkzeugspezifische Parameter

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

SUG anwählen: GWPSON, SUG programmieren

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

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

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

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

SUG ausschalten: GWPSOF

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

Bei Teileprogrammende oder Reset wird die SUG-Programmierung zurückgesetzt.

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

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

TRUE: SUG ist **ein**geschaltet.
FALSE: SUG ist **aus**geschaltet.

7.13 Programmierbare Spindeldrehzahlbegrenzung (G25, G26)

Funktion

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

Programmierung

```
G25 S… S1=… S2=…
```

oder

```
G26 S… S1=… S2=…
```

Pro Satz dürfen maximal drei Spindeldrehzahlbegrenzungen programmiert werden.

Parameter

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



Vorsicht

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

Beispiele

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

Maximal mögliche Spindel-Drehzahlbegrenzungen in einem Satz

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

7.14 Mehrere Vorschubwerte in einem Satz (F.., ST=.., SR=.., FMA.., STA=.., SRA=..)

Funktion

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

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

bewegungssynchron aktiviert werden.

Die HW-Eingangssignale sind in einem Eingangsbyte zusammengefasst, Beschreibung siehe: /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Diverse Nahtstellensignale (A2)

Programmierung

`F2=` bis `F7=` Mehrere Bahnbewegungen in 1 Satz

`ST=`

`SR=`

oder

`FMA[2,x]=` bis `FMA[7,x]`=Mehrere axiale Bewegungen in 1 Satz

`STA=`

`SRA=`

Parameter

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

FA , FMA und F-Wert

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

Literatur

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Vorschübe (V1)

Hinweis

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

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

Beispiel Programmierung Bahnbewegung

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

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

Beispiel Programmierung axiale Bewegung

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

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

```
FMA[3, y]=1000             ;axialer Vorschub mit dem Wert 1000 für Y-Achse, 3
                           ;entspricht Eingangsbit 3
```

Beispiel Axiale Verweilzeit und Rückzugsweg

Verweilzeit und Rückzugsweg werden unter folgenden zusätzlichen Adressen programmiert:

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

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

Beispiel Mehrere Arbeitsgänge in einem Satz

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

7.15 Satzweiser Vorschub (FB...)

Funktion

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

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

Programmierung

`FB=<Wert>` Vorschubbewegung nur in 1 Satz

Parameter

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

Vorschubwert

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

Der Vorschubwert wird entsprechend des aktiven Vorschubtyps interpretiert:

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

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

Hinweis

Ist im Satz keine 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

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

Werkzeugkorrekturen

8

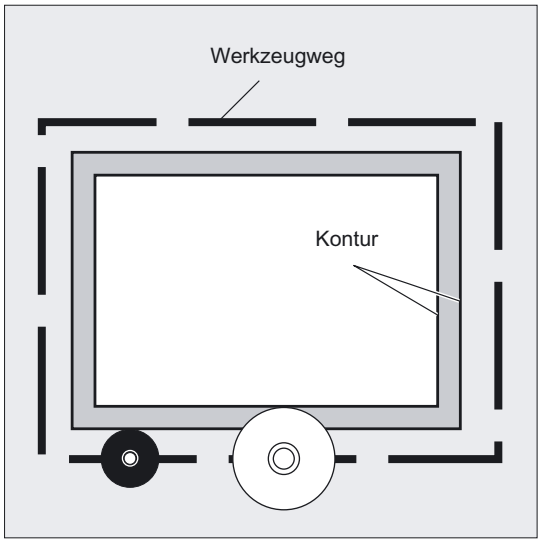
8.1 Allgemeine Hinweise

8.1.1 Werkzeugkorrekturen

Bei der Programmerstellung müssen Sie nicht Fräserdurchmesser, Schneidenlage der Drehmeißel (linker/rechter Drehmeißel) und Werkzeuglängen berücksichtigen.

Sie programmieren die Werkstückmaße direkt, z. B. nach Fertigungszeichnung.

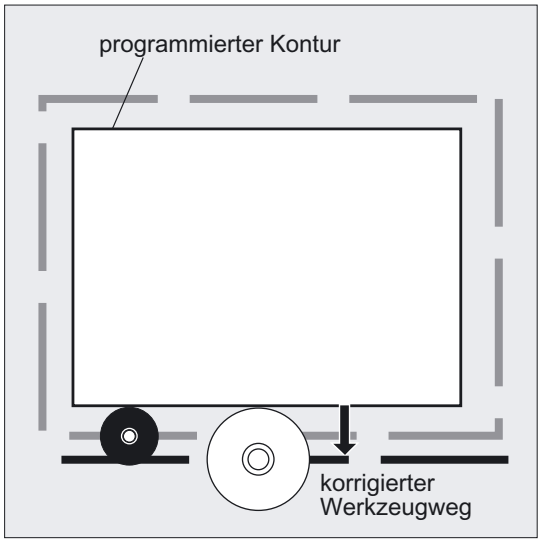
Bei der Fertigung eines Werkstücks werden die Werkzeugwege abhängig von der jeweiligen Werkzeuggeometrie so gesteuert, dass mit jedem eingesetzten Werkzeug die programmierte Kontur hergestellt werden kann.



Die Steuerung korrigiert den Verfahrweg

Die Werkzeugdaten geben Sie getrennt in die Werkzeugtabelle der Steuerung ein.

Im Programm rufen Sie lediglich das benötigte Werkzeug mit seinen Korrekturdaten auf.



Die Steuerung holt sich während der Programmverarbeitung die benötigten Korrekturdaten aus den Werkzeugdateien und korrigiert für unterschiedliche Werkzeuge individuell die Werkzeugbahn.

Werkzeugkorrekturen im Korrekturspeicher eintragen

In den Korrekturspeicher tragen Sie ein:

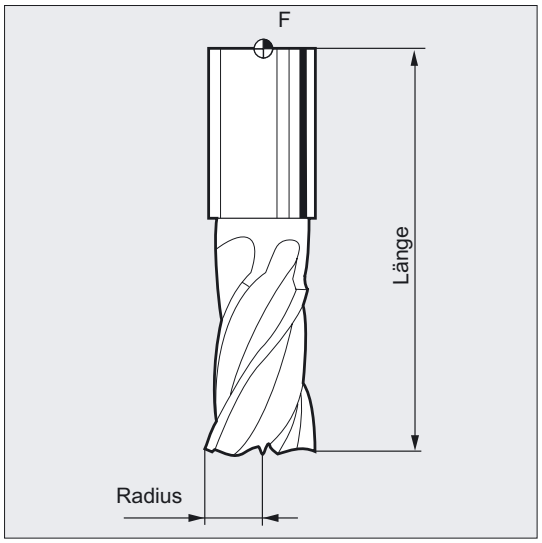
- Geometrische Größen aufgrund von Verschleiß: Länge, Radius
- Werkzeugtyp mit den Werkzeugparametern für Bohrer, Fräser, Schleif-/Dreh- oder Sonderwerkzeuge
- Schneidenlage

8.1.2 Werkzeugkorrekturen im Korrekturspeicher der Steuerung

Welche Werkzeugkorrekturen stehen im Korrekturspeicher der Steuerung?

In den Korrekturspeicher tragen Sie ein:

- geometrischen Größen: Länge, Radius



Diese 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, bestimmt der Werkzeugtyp und die aktuelle Ebene G17, G18, G19.

- Werkzeugtyp

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

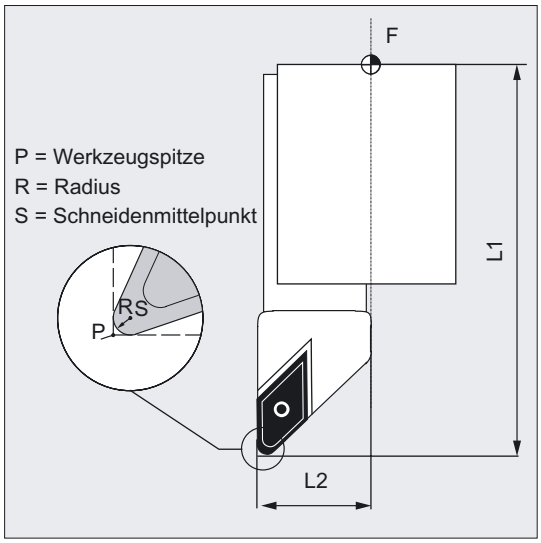
- Schneidenlage

Werkzeugparameter

Im nachfolgenden Kapitel ″Liste der Werkzeugtypen″ sind die einzelnen Werkzeugparameter im Bild beschrieben. Die Eingabefelder mit "DP..." sind mit den jeweiligen Werkzeugparameter zu beschreiben.

Achtung

Einmal in den Korrekturspeicher eingetragene Werte werden für jedes aufgerufene Werkzeug mit verrechnet.



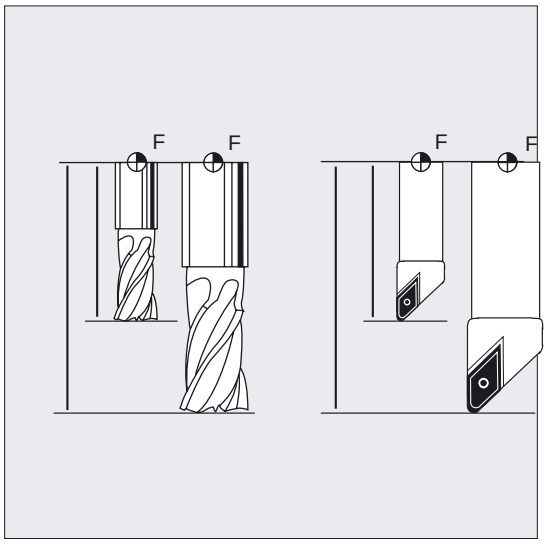
Nicht benötigte Werkzeugparameter sind mit dem Wert "Null" zu belegen.

Beschreibung

Werkzeuglängenkorrektur

Mit diesem Wert 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 die Steuerung eingegeben. Hieraus errechnet die Steuerung die Verfahrbewegungen in Zustellrichtung.

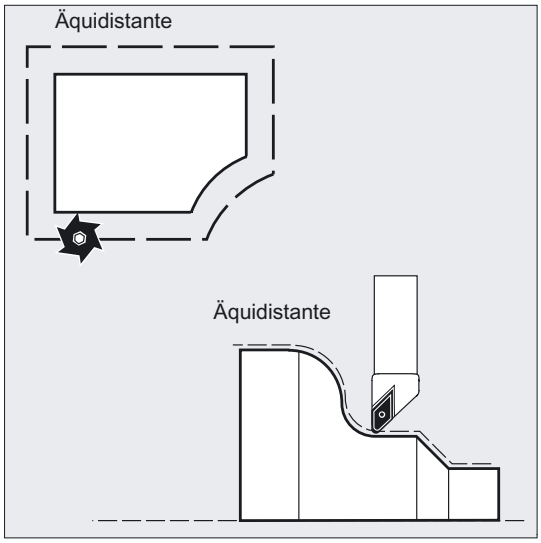
Hinweis

Der Korrekturwert der Werkzeuglänge ist abhängig von der räumlichen Orientierung des Werkzeugs. Siehe hierzu Kapitel "Werkzeugorientierung und Werkzeuglängenkorrektur".

Werkzeugradiuskorrektur

Kontur und Werkzeugweg sind nicht identisch. Der Fräser- bzw. Schneidenradiusmittelpunkt muss auf einer Äquidistanten zur Kontur fahren. Hierzu wird die programmierte Werkzeugmittelpunktsbahn, abhängig vom Radius und von der Bearbeitungsrichtung, so verschoben, dass die Werkzeugschneide exakt an der gewünschten Kontur entlang fährt.

Die Steuerung holt sich während der Programmverarbeitung die benötigten Radien und errechnet hieraus die Werkzeugbahn.



Achtung

Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt entsprechend der Voreinstellung CUT2D oder CUT2DF. Mehr Informationen hierzu später in diesem Kapitel.

8.2 Liste der Werkzeugtypen

Aufschlüsselungen der Werkzeugtypen

Die einzeln aufgeschlüsselten Werkzeugtypen sind je nach der verwendeten Technologien in folgenden Gruppen aufgeteilt:

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

Aufschlüsselungen der Werkzeugtypen für Fräswerkzeuge

Gruppe mit Typ 1xy (Fräser):

100 Fräswerkzeug nach CLDATA

110 Kugelkopffräser (zylindrischer Gesenkfräser)

111 Kugelkopffräser (kegeliger Gesenkfräser)

120 Schaftfräser (ohne Eckenverrundung)

121 Schaftfräser (mit Eckenverrundung)

130 Winkelkopffräser (ohne Eckenverrundung)

131 Winkelkopffräser (mit Eckenverrundung)

140 Planfräser

145 Gewindefräser

150 Scheibenfräser

151 Säge

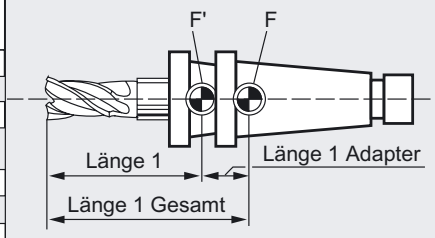
155 Kegelstumpffräser (ohne Eckenverrundung)

156 Kegelstumpffräser (mit Eckenverrundung)

157 Kegeliger Gesenkfräser

160 Bohrgewindefräser

Einträge in Werkzeugparameter	
DP1	1xy
DP3	Länge 1-Geometrie
DP6	Radius-Geometrie
DP21	Länge-Adapter



F-Bezugspunkt Adapter (bei eingestecktem Werkzeug=Werkzeugträgerbezugspunkt)

Verschleißwerte entsprechend Erfordernis

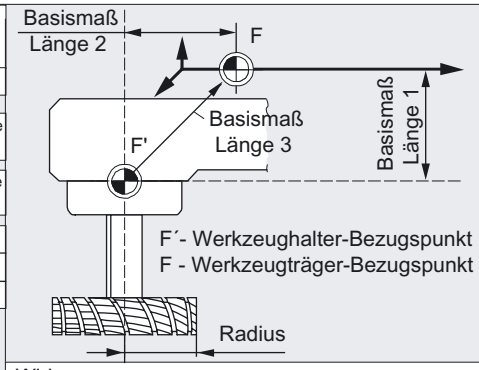
Übrige Werte sind auf 0 zu setzen

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

F´-Werkzeughalter-Bezugspunkt

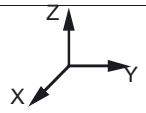
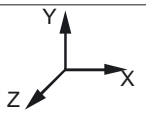
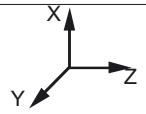
Bei G17, G18, G19 ist eine feste Zuordnung möglich,
z. B. Länge1=X, Länge2=Z, Länge3=Y (siehe /FB1/ W1 Werkzeugk.)

Einträge in Werkzeugparameter	
DP1	1xy
DP3	Länge 1 -Geometrie
DP6	Radius -Geometrie
DP21	Länge 1 -Basis
DP22	Länge 2 -Basis
DP23	Länge 3- Basis



Verschleißwerte entsprechend Erfordernis

Übrige Werte sind auf 0 zu setzen

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

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

Aufschlüsselung der Werkzeugtypen für Bohrer

Gruppe Typ 2xy (Bohrer):

200 Spiralbohrer

205 Vollbohrer

210 Bohrstange

220 Zentrierbohrer

230 Spitzsenker

231 Flachsenker

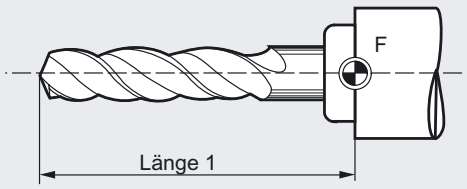
240 Gewindebohrer Regelgewinde

241 Gewindebohrer Feingewinde

242 Gewindebohrer Withworthgewinde

250 Reibahle

Einträge in Werkzeugparameter	
DP1	2xy
DP3	Länge 1



Verschleißwerte entsprechend Erfordernis

Übrige Werte sind auf 0 zu setzen

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

F - Werkzeugträger-Bezugspunkt

Aufschlüsselung der Werkzeugtypen für Schleifwerkzeuge

Gruppe Typ 4xy (Schleifwerkzeuge):

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

Einträge in Werkzeigparameter	
DP1	403
DP2	Lage *)
DP3	Länge 1
DP4	Länge 2
DP6	Radius

*) Schneidenlage

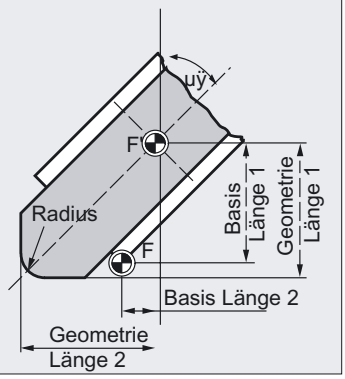
Verschleißwerte entsprechend Erfordernis

Übrige Werte sind auf 0 zu setzen

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

TPG1	Spindelnummer
TPG2	Verkettungsvorschrift
TPG3	Minimaler Scheibenradius
TPG4	Minimale Scheibenbreite
TPG5	Aktuelle Scheibenbreite
TPG6	Maximale Drehzahl
TPG7	Max. Umfangsgeschwindigkeit
TPG8	Winkel der schrägen Scheibe
TPG9	Parameter-Nr.f.Radiusberechnung

F - Werkzeugträger-Bezugspunkt



Aufschlüsselung der Werkzeugtypen für Drehwerkzeuge

Gruppe Typ 5xy (Drehwerkzeuge):

500 Schruppstahl

510 Schlichtstahl

520 Einstechstahl

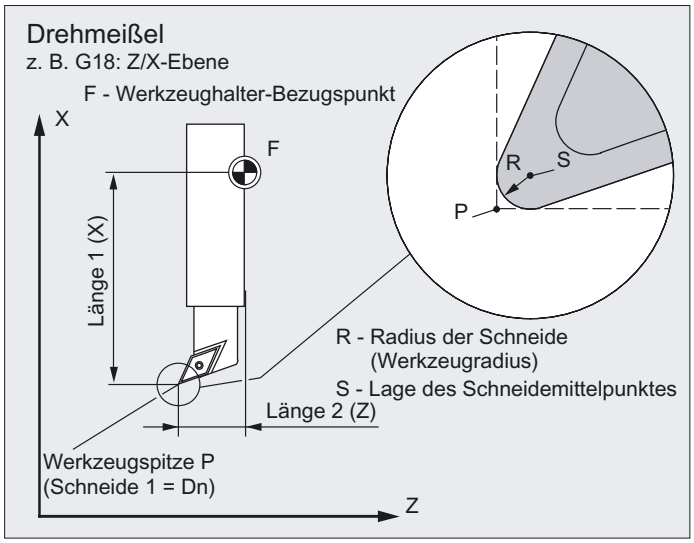
530 Abstechstahl

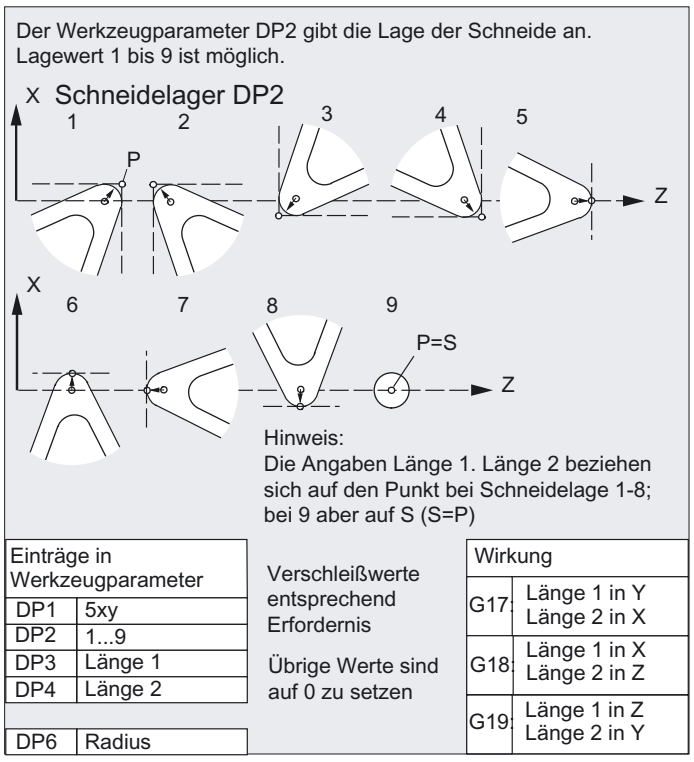
540 Gewindestahl

550 Pilzstahl/Formstahl (WZV)

560 Drehbohrer (ECOCUT)

580 Messtaster mit Parameter Schneidenlage





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

Verschleißwerte entsprechend Erfordernis

Übrige Werte sind auf 0 zu setzen

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

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. Siehe hierzu
/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Schleifen (W4)

Aufschlüsselung der Werkzeugtypen für Sonderwerkzeuge

Gruppe Typ 7xy (Sonderwerkzeuge):

700 Nutsäge

710 3D-Meßtaster

711 Kantentaster

730 Anschlag

Nutsäge

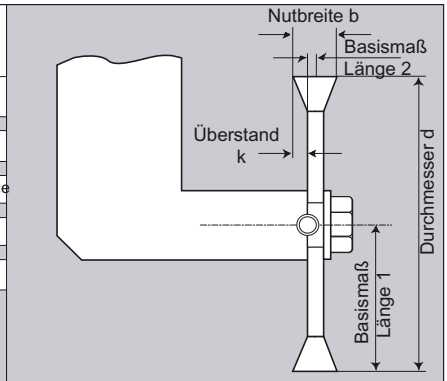
Gruppe mit Typ:

700 Nutsäge

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

Die Parameter zu den Werkzeugtypen sind in Hilfe-Bildern der Steuerung beschrieben und in:

Literatur: /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

8.3 Werkzeuganwahl/Werkzeugaufruf T

8.3.1 Werkzeugwechsel mit T-Befehlen (Drehen)

Funktion

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

WZ-Anwahl ohne Werkzeugverwaltung

Freie Wahl der D-Nr. (Flache D-Nr.) in Bezug auf die Schneiden

Tabellarische D-Nr.: D1 ... D8

WZ-Anwahl mit Werkzeugverwaltung

Freie Wahl der D-Nr. (Flache D-Nr.) in Bezug auf die Schneiden

Feste Zuordnung der D-Nr. zu den Schneiden

Programmierung

`Tx` oder `T=x` oder `Ty=X`

oder

`T0=`

Parameter

`Tx oder T=x oder Ty=x`	`Werkzeuganwahl mit T-Nr. samt Werkzeugwechsel (aktives Werkzeug), Werkzeugkorrektur wird aktiv`
`x`	`x steht für die T-Nr.: 0-32000`
`T0=`	`Werkzeugabwahl`
	`Anzahl Werkzeuge: 1200`
	`(abhängig von der Projektierung des Maschinenherstellers)`

Maschinenhersteller

Die Wirkung des T-Nummer-Aufrufes wird über Maschinendatum festgelegt. Beachten Sie die Projektierung des Maschinenherstellers.

Wichtig

Es ist die Erweiterung des Maschinendatums für das "Fehlerverhalten bei programmierten Werkzeugwechsel" um das Bit 7 zu beachten.

- In der aktuell gültigen Default-Einstellung
  wird bei der T-Programmierung **gleich** geprüft, ob die T-Nummer dem NCK bekannt ist. Wenn dies nicht der Fall, wird sofort ein Alarm abgesetzt.
- Ein hiervon abweichendes Verhalten (Default-Einstellung zu bisherigen Softwareständen) kann mit Bit 7 wieder hergestellt werden.
  Es wird die programmierte T-Nummer **erst** geprüft, wenn die D-Anwahl erfolgt ist. Wenn die T-Nummer dem NCK nicht bekannt, 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).

8.3.2 Werkzeugwechsel mit M06 (Fräsen)

Funktion

Mit der Programmierung des T-Wortes wird das Werkzeug angewählt.

1. WZ-Anwahl **ohne** Werkzeugverwaltung

- Freie Wahl der D-Nr. (Flache D-Nr.) in Bezug auf die Schneiden

T... [8stellig]

D	D	D	•••	D3200

- Tabellarische D-Nr.: D1 ... D8

T1	D	D	D	•••	D
T2	D				
T3	D				
T6	D	D	D		
T9	D	D			
• •	D		D		
T...	D	D			

2. WZ-Anwahl **mit** Werkzeugverwaltung

- Freie Wahl der D-Nr. (Flache D-Nr.) in Bezug auf die Schneiden
- Feste Zuordnung der D-Nr. zu den Schneiden

Aktiv wird das Werkzeug erst mit M06 (samt der entsprechenden D-Nr.).

Programmierung

`Tx` oder `T=x` oder `Ty=X`

oder

`T0=`

oder

`M06F2=...` bis `F7=...`

Parameter

Tx oder T=x oder Ty=x	Werkzeuganwahl mit T-Nr.
x	x steht für die T-Nr.: 0-32000
T0=	Werkzeugabwahl
M06	Werkzeugwechsel, danach ist Werkzeug T… samt Werkzeugkorrektur D aktiv
	Anzahl Werkzeuge: 1200
	(abhängig von der Projektierung des Maschinenherstellers)

Maschinenhersteller

Die Wirkung des T-Nummer-Aufrufes wird über Maschinendatum festgelegt. Bitte beachten Sie die Projektierung des Maschinenherstellers.

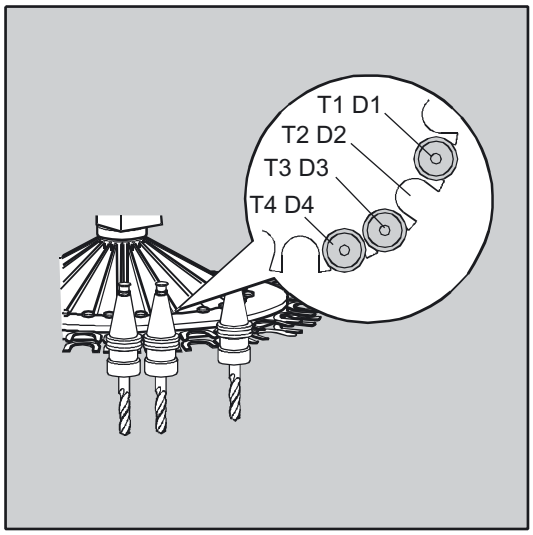
Beschreibung

Die freie Wahl der D-Nr., "Flache D-Nummern", wird verwendet, wenn die Werkzeugverwaltung außerhalb der NC erfolgt. In diesem Fall werden die D-Nummern mit den zugehörigen Werkzeugkorrektursätzen ohne Zuordnung zu Werkzeugen angelegt.

Im Teileprogramm kann weiterhin T programmiert werden. Dieses T hat aber keinen Bezug zur programmierten D-Nummer.

Beispiel:

Revolvermagazin mit 12 Plätzen und 12 einschneidigen Werkzeugen.



Maschinenhersteller

Je nach Einstellung im MD 18102 kann im Teileprogramm T programmiert werden oder nicht.

Neuanlegen einer D-Nummer

Das Neuanlegen einer D-Nummer mit dazugehörigem Korrekturdatensatz erfolgt genauso wie bei der normalen D-Nummer über die Werkzeugparameter $TC_DP1 bis $TC_DP25. Die Angabe der T-Nummer entfällt.

Maschinenhersteller

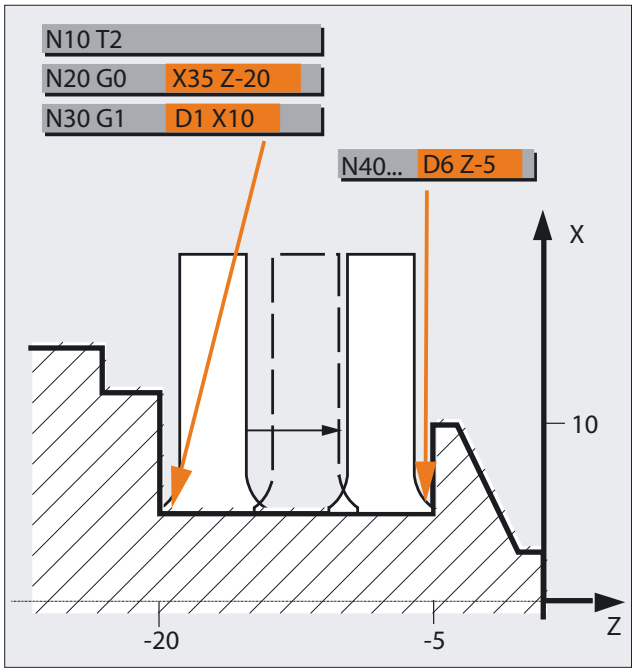
Die Art der D-Nummern-Verwaltung wird über Maschinendatum festgelegt. Für die "flache D-Nummern-Struktur" stehen dabei zwei Einstellmöglichkeiten (zur Programmierung der D-Nummern) zur Verfügung:

- flache D-Nummern-Struktur mit direkter Programmierung
- flache D-Nummern-Struktur mit indirekter Programmierung

8.4 Werkzeugkorrektur D

Funktion

Einem bestimmten Werkzeug können jeweils 1 bis 8 (12) Schneiden pro Werkzeug mit verschiedenen Werkzeugkorrektursätzen zugeordnet werden. Hierdurch lassen sich für **ein** Werkzeug unterschiedliche Schneiden definieren, die Sie im NC-Programm nach Bedarf aufrufen. Zum Beispiel unterschiedliche Korrekturwerte für die linke und rechte Schneide bei einem Einstechmeißel.



Die Längenkorrektur einer speziellen Schneide wird mit Aufruf von D aktiviert. Bei Programmierung von D0 sind die Korrekturen für das Werkzeug unwirksam.

Werkzeuglängenkorrekturen wirken, wenn die D-Nummer programmiert ist. Wird kein D-Wort programmiert, ist bei einem Werkzeugwechsel die Standardeinstellung aus dem Maschinendatum aktuell. Eine Werkzeugradiuskorrektur muss zusätzlich durch G41/G42 eingeschaltet werden.

Programmierung

```
D...
```

oder

```
D0=
```

Parameter

Dx	Werkzeugkorrekturnummer: ohne WZV 1... 8 bzw. mit WZV 1...12
x	x steht für die D-Nr.: 0-32000
D0=	Werkzeugkorrekturabwahl, keine Korrekturen wirksam. D0 ist standardmäßig nach Steuerungshochlauf voreingestellt.

Hinweis

Wenn Sie keine D-Nummer angeben, arbeiten Sie ohne Werkzeugkorrektur.

Maschinenhersteller

Voreinstellung durch Maschinenhersteller z. B. D1, d. h. ohne D-Programmierung wird mit dem Werkzeugwechsel (M06) D1 aktiviert/angewählt. Die Werkzeuge werden mit der T-Programmierung aktiv (siehe Angaben des Maschinenherstellers).

Die Korrektur wird mit dem ersten programmierten Verfahren der zugehörigen Längenkorrekturachse herausgefahren.



Vorsicht

Die geänderten Werte werden nach erneuter T- oder D-Programmierung wirksam.

Zur Anwahl der Längenkorrektur muss immer die gewünschte D-Nummer programmiert werden. Die Längenkorrektur wirkt auch, wenn über Maschinendatum die Korrektur eingestellt wurde.

Beispiel Drehen

WZ-Wechsel mit T-Befehl

```
N10 T1 D1                    ;Werkzeug T1 wird gewechselt und aktiviert mit
                             ;zugehörigem D1
N11 G0 X... Z...             ;Die Längenkorrekturen werden herausgefahren
N50 T4 D2                    ;Werkzeug T4 einwechseln, D2 von T4 wird aktiv
...
N70 G0 Z... D1               ;Andere Schneide D1 für Werkzeug T4 wird aktiviert
```

8.5 Werkzeuganwahl T mit Werkzeugverwaltung

Funktion

Die Werkzeuganwahl T mit Werkzeugverwaltung wird im Beispiel an einem Magazin mit 1 bis 20 Plätze verdeutlicht.

Anfangsbedingungen beim Werkzeugaufruf

Hinweis

Mit dem Werkzeugaufruf müssen:

1. die unter einer D-Nummer gespeicherten Werkzeugkorrekturwerte aktiviert werden.

2. die entsprechende Arbeitsebene (Systemeinstellung: G18) programmiert werden. Damit ist sichergestellt, dass die Längenkorrektur der richtigen Achse zugeordnet ist.

Maschinenhersteller

Werkzeugverwaltung: siehe Projektierung des Maschinenherstellers.

Wichtig

Es ist die Erweiterung des Maschinendatums für das "Fehlerverhalten bei programmierten Werkzeugwechsel" um das Bit 7 zu beachten.

Werkzeugmagazin

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 Magazin mit 1 bis 20 Plätze

Ein Magazin hat die Plätze 1 bis 20:

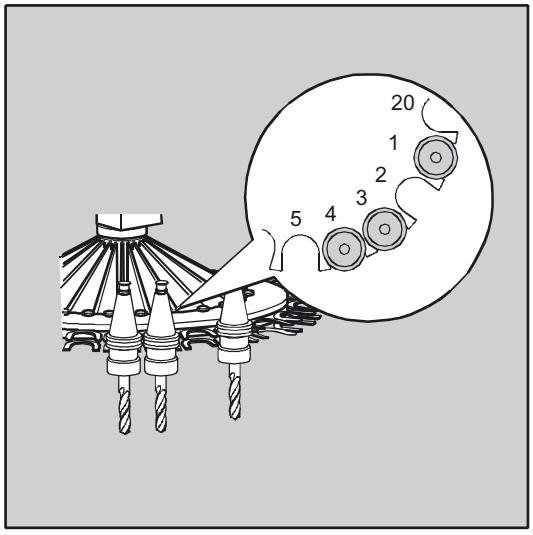
Platz 1 besetzt mit Werkzeug Bohrer, Duplonr.=1, T15, gesperrt

Platz 2 nicht besetzt

Platz 3 besetzt mit Werkzeug Bohrer, Duplonr.=2, T10, freigegeben

Platz 4 besetzt mit Werkzeug Bohrer, Duplonr.=3, T1, aktiv

Platz 5 bis 20 nicht besetzt



Programmierung N10 T1 bzw.T=1:

1. Der Magazinplatz 1 wird betrachtet und dabei der Bezeichner des Werkzeugs ermittelt.
2. Dieses Werkzeug ist gesperrt und somit nicht einsatzfähig
3. Eine WZ-Suche nach T="Bohrer" wird entsprechend der eingestellten Suchstrategie gestartet Ausnahme: "Suche das aktive WZ", sonst nimm das mit der nächst größeren Duplo-Nr".
4. Es wird das WZ "Bohrer" Duplo 3 (auf Magazinplatz 4) als einsatzfähiges Werkzeug gefunden.
   Damit ist die Werkzeuganwahl abgeschlossen und es wird der Werkzeugwechsel angestoßen:
5. Bei der Suchstrategie "Nimm das erste verfügbare Werkzeug aus der Gruppe" muss die Reihenfolge innerhalb der einzuwechselnden Werkzeuggruppe definiert sein.
   Es wird die Gruppe T10 eingewechselt, da T15 gesperrt ist.
6. Nach der Werkzeugsuch-Strategie "Nimm das erste Werkzeug mit dem Status 'aktiv' aus der Gruppe" wird T1 eingewechselt.

8.5.1 Drehmaschine mit Revolvermagazin (T-Anwahl)

Funktion

Die Werkzeuge müssen zur eindeutigen Identifikation mit den Namen und Nummern versehen werden. Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie die Parameter für die Option Werkzeugverwaltung bei einer Drehmaschine mit Revolvermagazin eindeutig definieren.

Maschinenhersteller

Werkzeugverwaltung: siehe Projektierung des Maschinenherstellers.

Programmierung

In der Regel gilt der folgende Ablauf:

`T` = Platz

oder

`T` = Bezeichner

`D...` Werkzeugkorrekturnummer: 1...32000 (max., siehe Maschinenhersteller)

Parameter

`T = Platz oder Bezeichner`	`Platz oder Bezeichner, mit T wird der Werkzeugwechsel ausgelöst.`
`T2 = Bezeichner`	`Erweiterte Adresse, Werkzeug für Spindel 2`
`T0`	`Magazinplatz nicht besetzt`
`D = Korrektur`	`1 bis n (n ≤ 32000)` `Bei Verwendung der relativen D-Nr.-Struktur mit internem Bezug zu den zugehörigen Werkzeugen ist z. B. Schwesterverwaltung und Überwachungsfunktion möglich.`
`D0`	`keine Korrekturen wirksam!`

8.5.2 Fräsmaschine mit Kettenmagazin (T-Anwahl)

Funktion

Die Werkzeuge müssen zur eindeutigen Identifikation mit den Namen und Nummern versehen werden. Nachfolgend wird gezeigt, wie Sie die Parameter für die Option Werkzeugverwaltung bei einer Fräsmaschine mit Kettenmagazin eindeutig definieren.

Maschinenhersteller

Werkzeugverwaltung: Bitte beachten Sie die Projektierung des Maschinenherstellers.

Programmierung

In der Regel gilt der folgende Ablauf:

`T` = Bezeichner bzw.	
`T` = Nummer	
	mit M06 wird der Werkzeugwechsel ausgelöst
`D` = Korrektur	Schneidennummer 1 bis n (n ≤ 12)

Werkzeuganwahl

Mit integrierter Werkzeugverwaltung (innerhalb der NC)

Relative D-Nr.-Struktur	**mit** internem Bezug zu den zugehörigen Werkzeugen (z. B. Schwesterverwaltung und Überwachungsfunktion)

Ohne integrierte Werkzeugverwaltung (außerhalb der NC)

Flache D-Nr.-Struktur	**ohne** internen Bezug zu den dazugehörigen Werkzeugen

Anwahl

- mit integrierter Werkzeugverwaltung (innerhalb der NC)
  relative D-Nr.-Struktur **mit** internem Bezug zu den zugehörigen Werkzeugen
  (z. B. Schwesterverwaltung und Überwachungsfunktion)
- ohne integrierte Werkzeugverwaltung (außerhalb der NC)
  Flache D-Nr.-Struktur **ohne** internen Bezug zu den dazugehörigen Werkzeugen.

Hinweis

Mit dem Werkzeugaufruf müssen:

1. die unter einer D-Nummer gespeicherten Werkzeugkorrekturwerte aktiviert werden.

2. die entsprechende Arbeitsebene (Systemeinstellung: G17) programmiert werden.
Damit ist sichergestellt, dass die Längenkorrektur der richtigen Achse zugeordnet ist.

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.

Maschinenhersteller

Werkzeugverwaltung: siehe Projektierung des Maschinenherstellers.

Werkzeugmagazin

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.

8.6 Werkzeugkorrekturaufruf D mit Werkzeugverwaltung

8.6.1 Drehmaschine mit Revolvermagazin (D-Aufruf)

Programmierung

In der Regel gilt der folgende Programmierablauf:

`T` = Platz

oder

`T` = Bezeichner mit T wird der Werkzeugwechsel ausgelöst

`D...` Werkzeugkorrekturnummer: 1...32000 (max., siehe Maschinenhersteller)
`D0`: keine Korrekturen wirksam!

Direkte (absolute) Programmierung

Die Programmierung erfolgt unter der D-Nummern-Struktur. Die zu benutzenden Korrekturdatensätze werden direkt über die D-Nummer aufgerufen.

Die Zuordnung der D-Nummer zu einem konkreten Werkzeug erfolgt nicht im NCK.

Maschinenhersteller

Über Maschinendatum wird die direkte Programmierung festgelegt.

Beispiel Drehmaschine mit Revolvermagazin

```
$MC_TOOL_CHANGE_MODE=0          ;MD20270 CUTTING_EDGE_DEFAULT = 1
...
D92                             ;Mit Korrekturen von D92 verfahren
...
T17                             ;T17 anwählen, mit Korrekturen von D92 verfahren
...
D16                             ;Mit Korrekturen von D16 verfahren
...
D32000                          ;Mit Korrekturen von D32000 verfahren
...
T29000500                       ;T29000500 anwählen, mit Korrekturen von D32000
                                ;verfahren
...
D1                              ;Mit Korrekturen von D1 verfahren
```

8.6.2 Fräsmaschine mit Kettenmagazin (D-Aufruf)

Funktion

Einem bestimmten Werkzeug können jeweils 1 bis 12 Schneiden mit verschiedenen Werkzeugkorrektursätzen zugeordnet werden. Die Längenkorrektur einer speziellen Schneide wird mit Aufruf von D aktiviert. Bei Programmierung von D0 sind die Korrekturen für das Werkzeug unwirksam. Wird kein D-Wort programmiert, ist bei einem Werkzeugwechsel die Standardeinstellung aus dem Maschinendatum aktuell.

Werkzeuglängenkorrekturen wirken, wenn die D-Nummer programmiert ist.

Eine Werkzeugradiuskorrektur muss zusätzlich durch G41/G42 eingeschaltet werden.

Maschinenhersteller

Werkzeugverwaltung: Bitte beachten Sie die Angaben des Maschinenherstellers.

Programmierung

In der Regel gilt der folgende Ablauf:

`T` = Bezeichner bzw.	
`T` = Nummer	
	mit M06 wird der Werkzeugwechsel ausgelöst
`D` = Korrektur	Schneidennummer 1 bis n (n ≤ 12)

Werkzeuganwahl

Mit integrierter Werkzeugverwaltung (innerhalb der NC)

Relative D-Nr.-Struktur	**mit** internem Bezug zu den zugehörigen Werkzeugen (z. B. Schwesterverwaltung und Überwachungsfunktion)

Ohne integrierte Werkzeugverwaltung (außerhalb der NC)

Flache D-Nr.-Struktur	**ohne** internen Bezug zu den dazugehörigen Werkzeugen

Anwahl

- mit integrierter Werkzeugverwaltung (innerhalb der NC)
  Relative D-Nr.-Struktur **mit** internem Bezug zu den zugehörigen Werkzeugen
  (z. B. Schwesterverwaltung und Überwachungsfunktion möglich)
- ohne integrierte Werkzeugverwaltung (außerhalb der NC)
  Flache D-Nr.-Struktur **ohne** internen Bezug zu den dazugehörigen Werkzeugen

Maschinenhersteller

Werkzeugverwaltung: siehe Angaben des Maschinenherstellers.

8.7 Aktive Werkzeugkorrektur sofort wirksam setzen

Funktion

Über das MD $MM_ACTIVATE_SEL_USER_DATA kann festgelegt werden, dass die aktive Werkzeugkorrektur sofort wirksam gesetzt werden kann, wenn sich das Teileprogramm im "Stopp-Zustand" befindet. Siehe
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2)



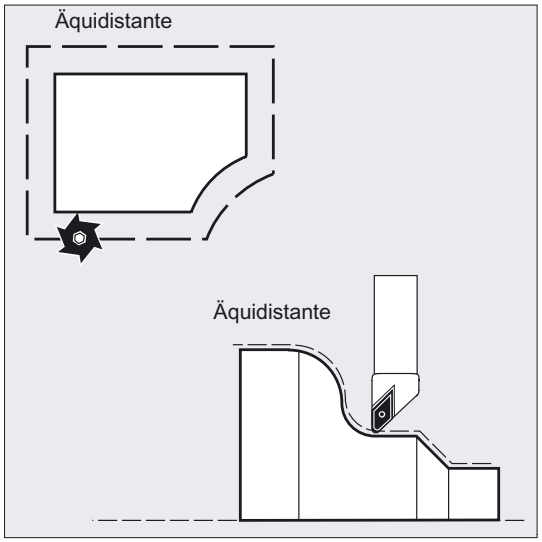
Gefahr

Mit dem nächsten Start des Teileprogramms wird die Korrektur herausgefahren.

8.8 Werkzeugradiuskorrektur (G40, G41, G42)

Funktion

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



Mit OFFN können Sie äquidistante Bahnen erzeugen, z. B. zum Grobschlichten

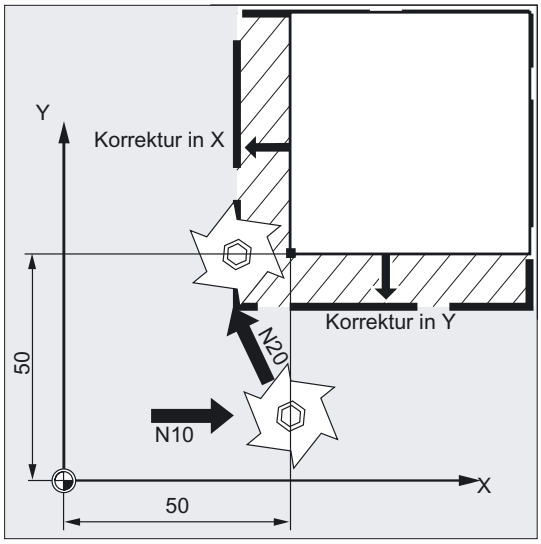
Programmierung

```
G40
```
oder
```
G41
```
oder
```
G42
```
oder
```
OFFN=
```

Parameter

G40	Werkzeugradiuskorrektur ausschalten
G41	Werkzeugradiuskorrektur einschalten, Werkzeug arbeitet in Bearbeitungsrichtung **links** von der Kontur
G42	Werkzeugradiuskorrektur einschalten, Werkzeug arbeitet in Bearbeitungsrichtung **rechts** von der Kontur
OFFN=	Aufmaß zur programmierten Kontur (Offset Kontur normal)

Beispiel 1 Fräsen




```
N10 G0 X50 T1 D1
N20 G1 G41 Y50 F200
N30 Y100
```

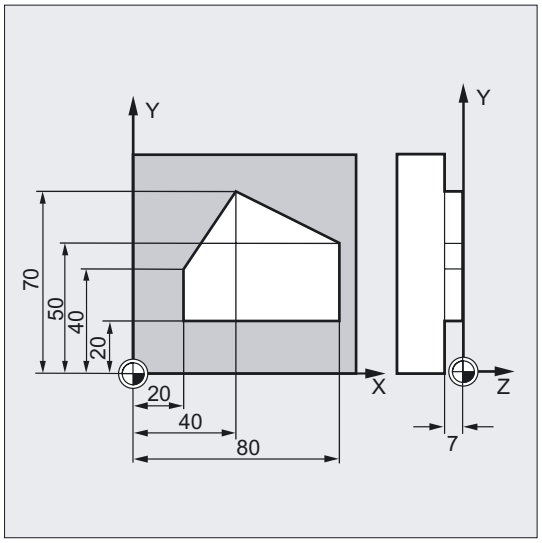
Im Satz N10 wird nur die Werkzeuglängenkorrektur eingeschaltet. X50 wird unkorrigiert angefahren.

Im Satz N20 wird die Radiuskorrektur eingeschaltet, der Punkt X50/Y50 wird korrigiert angefahren verfahren.

Beispiel 2 Fräsen

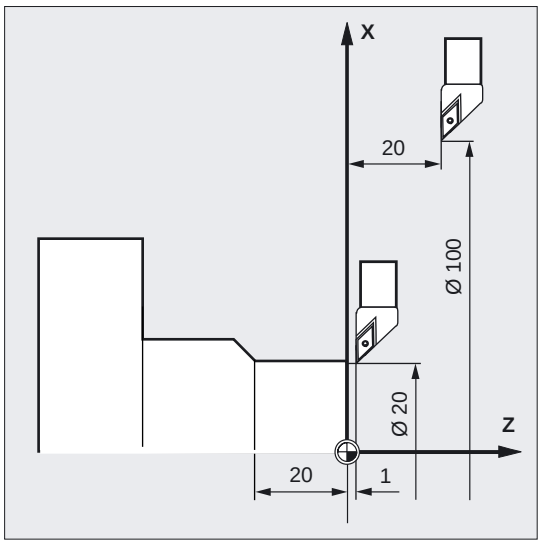
Die "klassische" Vorgehensweise:

Werkzeugaufruf, Werkzeug einwechseln, Arbeitsebene und Werkzeugradiuskorrektur einschalten.




```
N10 G0 Z100                      ;Freifahren zum Werkzeugwechsel
N20 G17 T1 M6                    ;Werkzeugwechsel
N30 G0 X0 Y0 Z1 M3 S300 D1       ;Werkzeugkorrekturwerte aufrufen, Längenkorrektur
                                 ;anwählen
N40 Z-7 F500                     ;Werkzeug zustellen
N50 G41 X20 Y20                  ;Werkzeugradiuskorrektur einschalten, Werkzeug
                                 ;arbeitet links von der Kontur
N60 Y40                          ;Kontur fräsen
N70 X40 Y70
N80 X80 Y50
N90 Y20
N100 X20
N110 G40 G0 Z100 M30             ;Werkzeug freifahren, Programm-Ende
```

Beispiel 1 Drehen

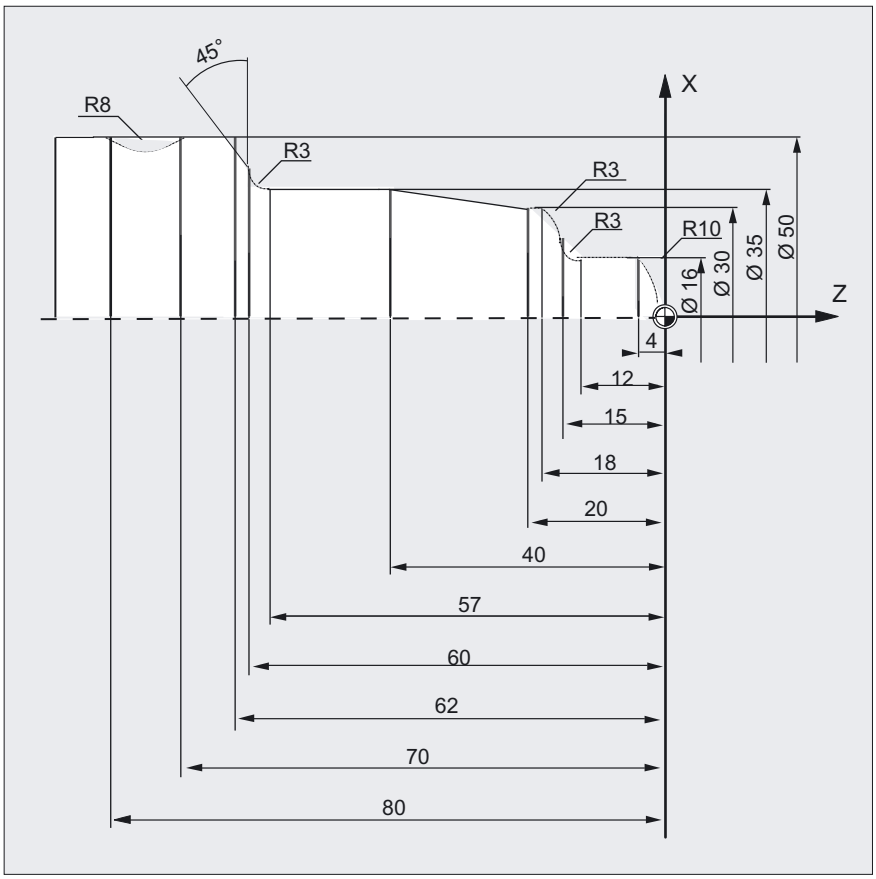



```
N20 T1 D1
N30 G0 X100 Z20
N40 G42 X20 Z1
N50 G1 Z-20 F0.2
```

Im Satz N20 wird nur die Werkzeuglängenkorrektur eingeschaltet. Im Satz N30 wird X100 Z20 unkorrigiert angefahren.

Im Satz N40 wird die Radiuskorrektur eingeschaltet, der Punkt X20/Z1 wird korrigiert angefahren.

Beispiel 2 Drehen




```
%_N_1001_MPF                    ;Programm-Name
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
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
```

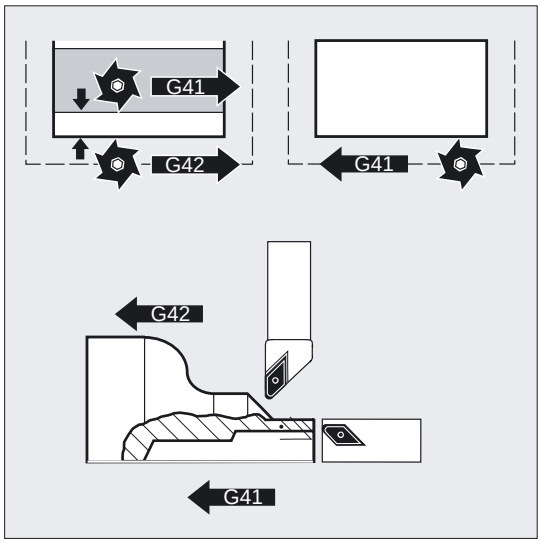
Beschreibung

Für die Berechnung der Werkzeugwege benötigt die Steuerung folgende Informationen:

- Werkzeugnr. T/Schneidennr. D
- Bearbeitungsrichtung G41, G42
- Arbeitsebene G17 bis G19

Werkzeugnr. T/Schneidennr. D

Falls erforderlich auch eine Werkzeugkorrekturnummer D. Aus den Fräserradien bzw. Schneidenradien und Angaben zur Schneidenlage wird der Abstand zwischen Werkzeugbahn und Werkstückkontur berechnet.



Bei flacher D-Nr. Struktur muss nur die D-Nummer programmiert werden.

Bearbeitungsrichtung G41, G42

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

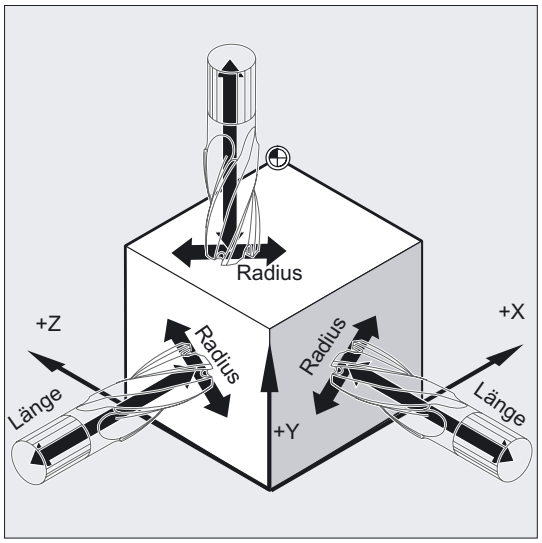
Hinweis

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

Mit OFFN können Sie äquidistante Bahnen erzeugen, z. B. zum Grobschlichten.

Arbeitsebene G17 bis G19

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



Beispiel Fräswerkzeuge

```
N10 G17 G41 …
```

Die Werkzeugradiuskorrektur erfolgt in der X/Y-Ebene, die Werkzeuglängenkorrektur in Z-Richtung.

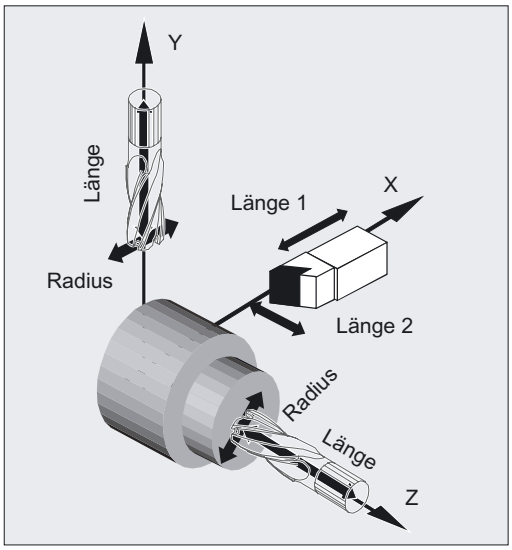
Hinweis

Bei 2-Achs-Maschinen ist die Werkzeugradiuskorrektur nur in "echten" Ebenen möglich, in der Regel bei G18 (siehe Tabelle Werkzeuglängenkorrektur).

Werkzeuglängenkorrektur

Der bei Werkzeuganwahl der Durchmesserachse zugeordneten Verschleißparameter kann (MD) als Durchmesserwert definiert werden. Bei einem nachfolgenden Ebenenwechsel wird diese Zuordnung nicht automatisch verändert. Dafür muss das Werkzeug nach Ebenenwechsel neu angewählt werden.

Drehen:



Mit NORM und KONT können Sie die Werkzeugbahn beim Ein- und Ausschalten des Korrekturbetriebs festlegen (siehe Kapitel "Kontur anfahren und verlassen" NORM, KONT, G450, G451).

Vorsicht

Ein-/Ausschalten der Werkzeugradiuskorrektur

Im NC-Satz mit G40, G41 oder G42 muss ein Fahrbefehl mit G0 oder G1 programmiert werden. In diesem Fahrbefehl muss mindestens eine Achse der gewählten Arbeitsebene angegeben werden.

Wenn Sie beim Einschalten nur eine Achse angeben, wird die letzte Position der zweiten Achse automatisch ergänzt und in **beiden** Achsen verfahren.

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

Schnittpunkt

Schnittpunkt auswählen mit SD 42496: CUTCOM_CLSD_CONT

FALSE:

Ergeben sich bei einer (nahezu) geschlossenen Kontur, die aus zwei aufeinanderfolgenden Kreissätzen oder einem Kreis- und einem Linearsatz besteht, bei Korrektur an der Innenseite zwei Schnittpunkte, so wird entsprechend dem Standardverfahren der Schnittpunkt gewählt, der auf der ersten Teilkontur näher am Satzende liegt.

Eine Kontur wird dann als (nahezu) geschlossen betrachtet, wenn der Abstand zwischen dem Startpunkt des ersten Satzes und dem Endpunkt des zweiten Satzes kleiner ist als 10% des wirksamen Korrekturradius aber nicht größer als 1000 Weginkremente (entspricht 1mm bei 3 Nachkommastellen).

TRUE:

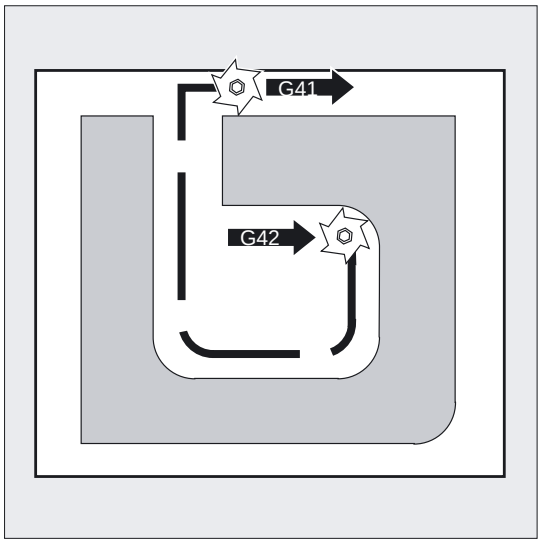
In der gleichen Situation wie oben beschrieben wird der Schnittpunkt gewählt, der auf der ersten Teilkontur näher am Satzanfang liegt.

Wechsel der Korrekturrichtung

G41/G42, G42/G41 kann ohne zwischengeschaltetes G40 programmiert werden.

Wechsel der Arbeitsebene

Ein Wechsel der Arbeitsebene G17 bis G19 ist bei eingeschaltetem G41/G42 nicht möglich.



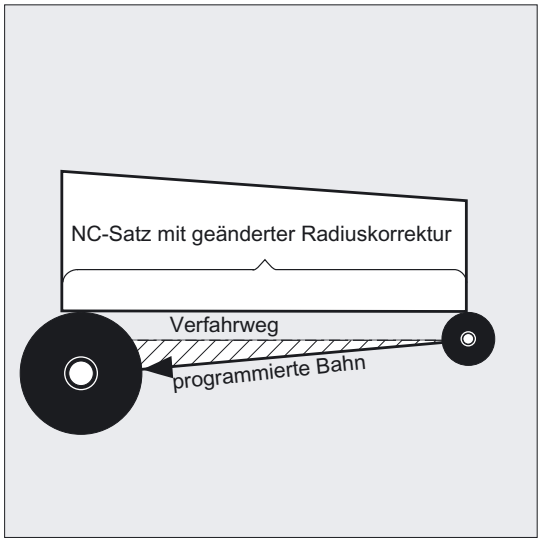
Wechsel der Korrekturnummer D

Die Korrekturnummer D kann im Korrekturbetrieb gewechselt werden.

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

Vorsicht

Die Radiusänderung bzw. Ausgleichsbewegung erstreckt sich über den gesamten Satz und erreicht erst im programmierten Endpunkt den neuen äquidistanten Abstand.



Bei Linearbewegungen fährt das Werkzeug auf einer schräg liegenden Bahn zwischen Anfangs- und Endpunkt, bei Kreisinterpolationen entstehen Spiralbewegungen.

Änderung des Werkzeugradius

Zum Beispiel mit Systemvariablen. Im Ablauf gilt gleiches wie beim Wechsel der Korrekturnummer D.

Vorsicht

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

Hinweis

Korrekturbetrieb

Der Korrekturbetrieb darf nur von einer bestimmten Anzahl aufeinanderfolgender Sätze oder M-Befehle unterbrochen werden, die keine Fahrbefehle bzw. Wegangaben in der Korrekturebene enthalten: Standard 3.

Maschinenhersteller

Die Anzahl aufeinanderfolgender Sätze oder M-Befehle ist über das Maschinendatum 20250 einstellbar (siehe Maschinenhersteller).

Hinweis

Ein Satz mit Bahnweg Null zählt ebenfalls als Unterbrechung!

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

Funktion

Mit diesen Funktionen können Sie die An- und Abfahrwege z. B. an den gewünschten Konturverlauf oder an Rohteilformen anpassen.

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

Programmierung

```
NORM
```
oder
```
KONT
```
oder
```
KONTC
```
oder
```
KONTT
```

Parameter

NORM	Werkzeug fährt direkt auf einer Geraden und steht senkrecht zum Konturpunkt
KONT	Das Werkzeug umfährt den Konturpunkt nach programmiertem Eckenverhalten G450 bzw. G451
KONTC	Werkzeug erreicht/verlässt Konturpunkt krümmungsstetig. Krümmungsstetig schließt tangentenstetig mit ein. Siehe unten. Krümmungsstetig bedeutet beschleunigungsstetig.
KONTT	Werkzeug erreicht/verlässt Konturpunkt tangentenstetig. Tangentenstetig ist i. a. nicht beschleunigungsstetig.

KONTC

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

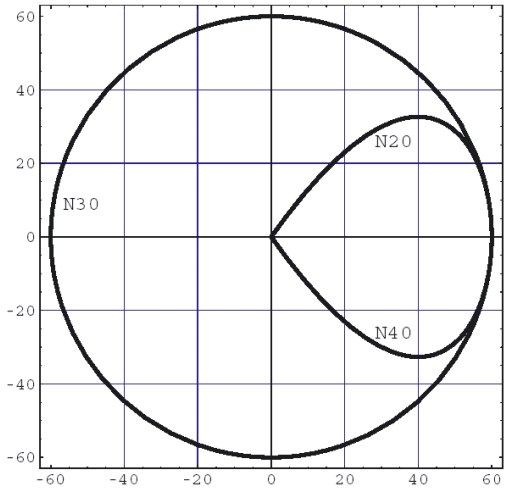
KONTT

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

Beispiel KONTC

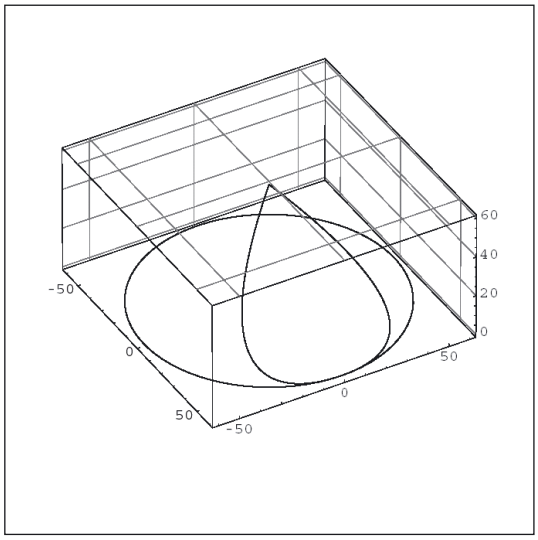
In der Kreismitte beginnend wird an den Vollkreis angefahren. Dabei sind im Satzendpunkt des Anfahrsatzes dessen Richtung und dessen Krümmungsradius gleich den Werten des folgenden Kreises. In den beiden An-/Abfahrsätzen wird gleichzeitig in Z-Richtung zugestellt. Das nebenstehende Bild zeigt die senkrechte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

Das zugehörige NC-Programmsegment sieht folgendermaßen aus:




```
$TC_DP1[1,1]=121                ;Fräser
$TC_DP6[1,1]=10                 ;Radius 10 mm
N10 G1 X0 Y0 Z60 G64 T1 D1
F10000
N20 G41 KONTC X70 Y0 Z0         ;anfahren
N30 G2 I-70                     ;Vollkreis
N40 G40 G1 X0 Y0 Z60            ;abfahren
N50 M30
```

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

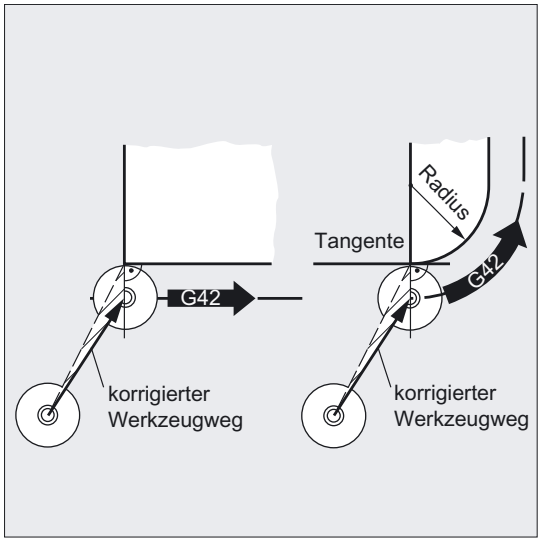


Direktes Anfahren auf senkrechte Position, G41, G42, NORM

Das Werkzeug fährt direkt auf einer Geraden die Kontur an und wird senkrecht zur Bahntangente im Anfangspunkt ausgerichtet.

Wahl des Anfahrpunkts

Bei eingeschaltetem NORM fährt das Werkzeug, unabhängig von dem durch die programmierte Fahrbewegung vorgegebenen Anfahrwinkel, direkt auf die korrigierte Startposition (siehe Bild).

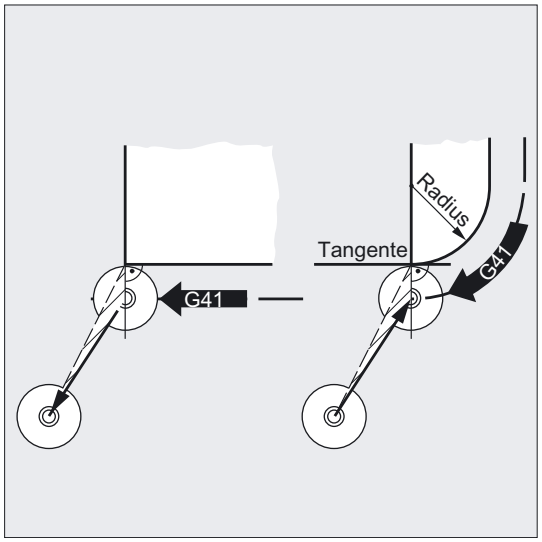


Korrekturbetrieb ausschalten, G40, NORM

Das Werkzeug steht in senkrechter Position zum letzten korrigierten Bahn-Endpunkt und fährt dann direkt auf einer Geraden zur nächsten, unkorrigierten Position, z. B. zum Werkzeugwechselpunkt.

Wahl des Abfahrpunkts

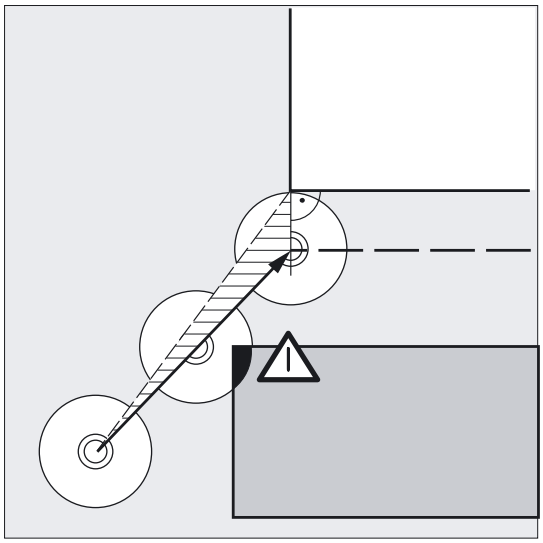
Bei eingeschaltetem NORM fährt das Werkzeug, unabhängig von dem durch die programmierte Fahrbewegung vorgegebenen Anfahrwinkel, direkt auf die unkorrigierte Position (siehe Bild).



Warnung

Für An- und Abfahrbewegung gilt:

Berücksichtigen Sie bei der Programmierung die veränderten Fahrwinkel, um eventuelle Kollisionen zu vermeiden.



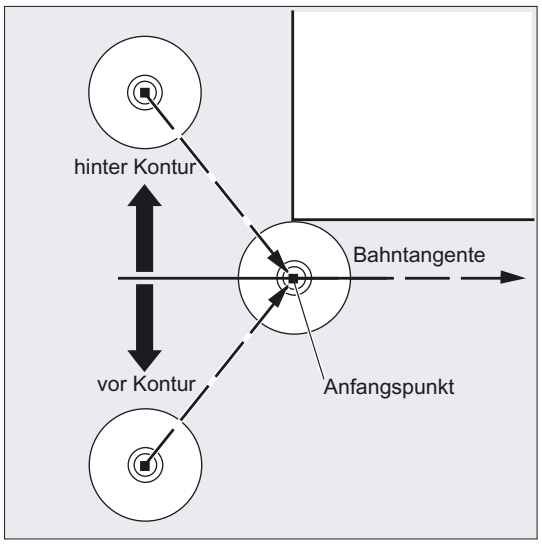
Kontur im Anfangspunkt umfahren, G41, G42, KONT

Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Anfangspunkt liegt vor der Kontur

Anfahrstrategie wie bei NORM.

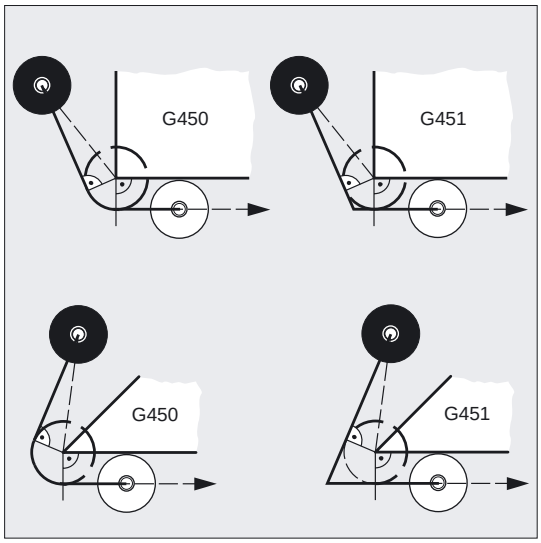
Die Bahntangente im Anfangspunkt gilt als Trennlinie zwischen **vor** und **hinter** der Kontur.



1. Anfangspunkt liegt hinter der Kontur

Das Werkzeug umfährt den Anfangspunkt, je nach programmiertem Eckenverhalten G450/G451 auf einer Kreisbahn oder über den Schnittpunkt der Äquidistanten.

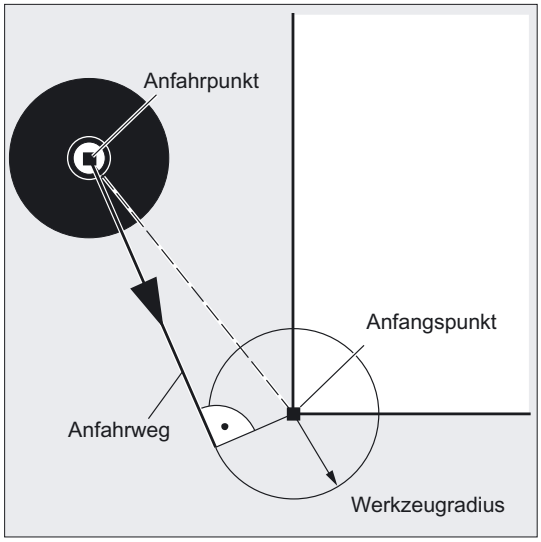
Die Befehle G450/G451 gelten für den Übergang vom aktuellen Satz zum nächsten Satz.



Generierung des Anfahrwegs

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

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



Korrekturbetrieb ausschalten, G40, KONT

Liegt der Abfahrpunkt vor der Kontur, gilt für die Abfahrbewegung gleiches wie bei NORM.

Liegt der Abfahrpunkt hinter der Kontur, gilt, in umgekehrter Reihenfolge, gleiches wie beim Anfahren.

Voraussetzung für KONTC und KONTT

Die beiden Funktionen KONTC und KONTT stehen nur zur Verfügung, wenn in der Steuerung Polynominterpolation freigegeben ist.

Beschreibung KONTC und KONTT

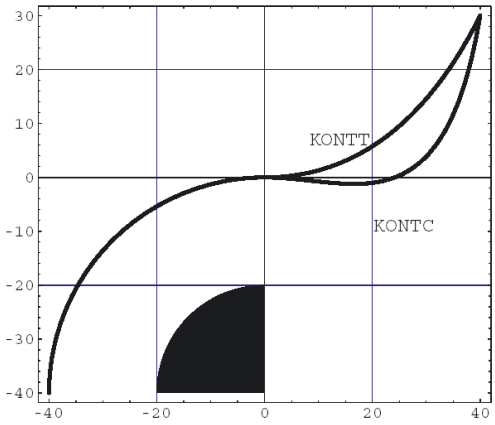
Die Stetigkeitsbedingungen werden in allen drei Achsen eingehalten. Damit wird es zulässig, gleichzeitig eine Wegkomponente senkrecht zur Korrekturebene zu programmieren

Ausschluss:

KONTT und KONTC stehen bei den 3D-Varianten der Werkzeugradiuskorrektur (CUT3DC, CUT3DCC, CUT3DF) nicht zur Verfügung.

Werden sie dennoch programmiert, wird steuerungsintern ohne Fehlermeldung auf NORM umgeschaltet.

Unterschied KONTC und KONTT



In diesem Bild ist das unterschiedliche An-/Abfahrverhalten bei KONTT und KONTC dargestellt. Ein Kreis mit dem Radius 20 mm um den Mittelpunkt bei X0 Y-40 wird mit einem Werkzeug mit 20 mm Radius an der Außenseite korrigiert. Es ergibt sich deshalb eine kreisförmige Bewegung des Werkzeugmittelpunkts mit dem Radius 40 mm. Der Endpunkt des Abfahrsatzes liegt bei X40 Y30. Der Übergang zwischen dem Kreissatz und dem Abfahrsatz liegt im Nullpunkt. Wegen der verlangten Krümmungsstetigkeit bei KONTC führt der Abfahrsatz zunächst eine Bewegung mit negativer Y-Komponente aus. Dies wird häufig unerwünscht sein. Der Abfahrsatz mit KONTT zeigt diese Verhalten nicht. Allerdings tritt in diesem Fall am Satzübergang ein Beschleunigungssprung auf.

Ist der KONTT- bzw. KONTC-Satz nicht der Ab- sondern der Anfahrsatz, ergibt sich exakt die gleiche Kontur, die lediglich in umgekehrter Richtung durchlaufen wird.

8.10 Korrektur an den Außenecken (G450, G451)

Funktion

Mit G450/G451 legen Sie folgendes fest:

Zum einen den Anfahrweg bei aktivem KONT und Anfahrpunkt hinter der Kontur (siehe Kapitel "Kontur anfahren und verlassen").

Zum anderen die korrigierte Werkzeugbahn beim Umfahren von Außenecken.

Programmierung

```
G450 DISC=…
```

oder

```
G451
```

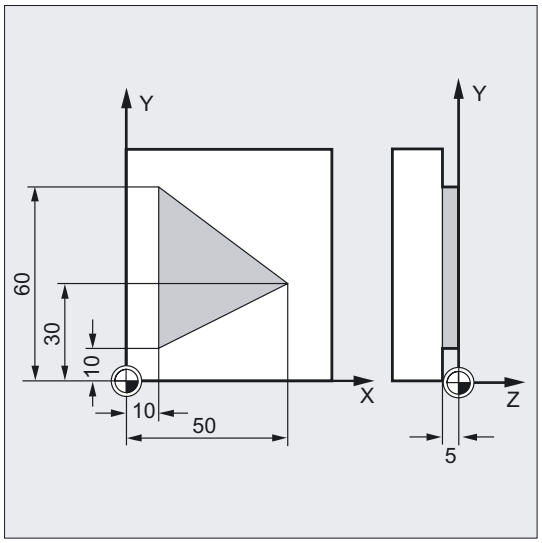
Parameter

G450	Übergangskreis, das Werkzeug umfährt Werkstückecken auf einer Kreisbahn mit Werkzeugradius
DISC=	Flexible Programmierung der An- und Abfahranweisung. In 1er-Schritten von DISC=0 Kreis bis DISC=100 Schnittpunkt
G451	Schnittpunkt, das Werkzeug schneidet in der Werkstückecke frei

DISC=… wirkt nur mit Aufruf von G450, kann allerdings in einem vorherigen Satz ohne G450 programmiert werden. Beide Befehle sind modal wirksam.

Beispiel

In diesem Beispiel wird bei allen Außenecken ein Übergangsradius eingefügt (progr. in Satz N30). Hierdurch vermeidet man, dass das Werkzeug zum Richtungswechsel stehen bleiben muss und freischneidet.

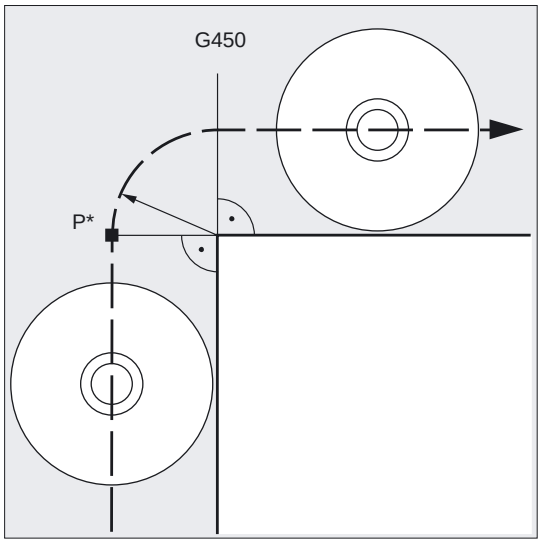



```
N10 G17 T1 G0 X35 Y0 Z0 F500      ;Startbedingungen
N20 G1 Z-5                        ;Werkzeug zustellen
N30 G41 KONT G450 X10 Y10         ;Korrekturbetrieb einschalten
N40 Y60                           ;Fräsen der Kontur
N50 X50 Y30
N60 X10 Y10
N80 G40 X-20 Y50                  ;Korrekturbetrieb ausschalten, Wegfahren auf
                                  ;Übergangskreis
N90 G0 Y100
N100 X200 M30
```

Eckenverhalten, Übergangskreis, G41, G42, G450

Der Werkzeugmittelpunkt umfährt die Werkstückecke auf einem Kreisbogen mit Werkzeugradius.

Im Zwischenpunkt P* führt die Steuerung Anweisungen durch, wie z. B. Zustellbewegungen oder Schaltfunktionen. Diese Anweisungen werden in Sätzen programmiert, die zwischen den beiden Sätzen liegen, die die Ecke bilden.



Der Übergangskreis gehört datentechnisch zum anschließenden Fahrbefehl.

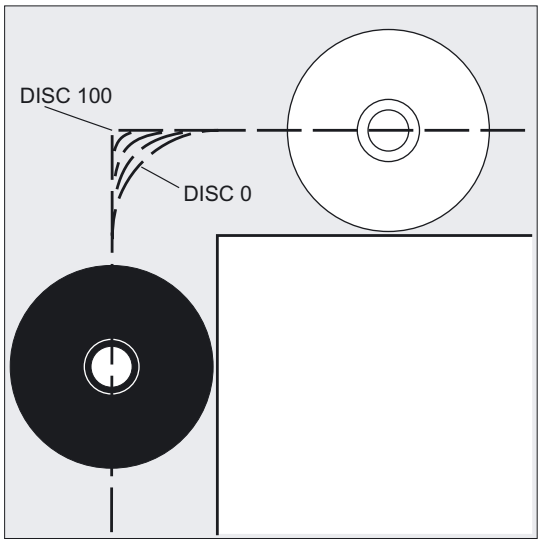
Eckenverhalten, wählbare Übergänge G41, G42, G450 DISC=…

Mit DISC können Sie den Übergangskreis verzerren und damit scharfe Konturecken herstellen.

Hierbei bedeuten:

DISC=0 Übergangskreis

DISC=100 Schnittpunkt der Äquidistanten (theoretischer Wert)



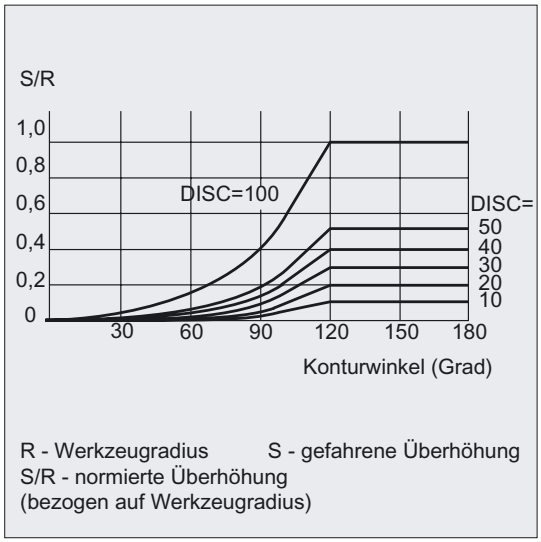
Die Programmierung von DISC erfolgt in 1er-Schritten.

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

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

Fahrverhalten, abhängig von DISC-Werten und Konturwinkel

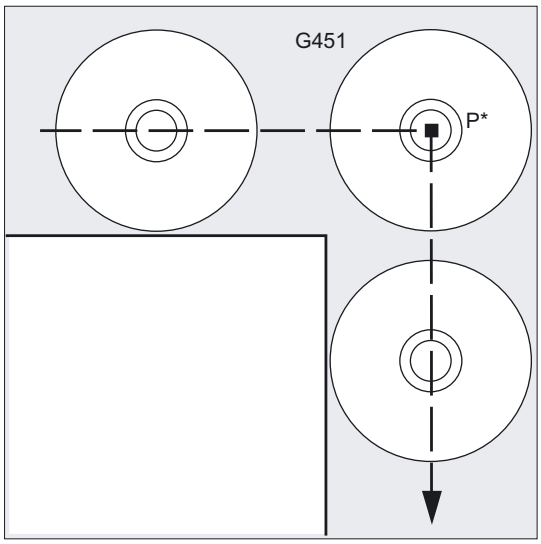
Abhängig vom zu umfahrenden Konturwinkel hebt das Werkzeug bei spitzen Konturwinkeln und hohen DISC-Werten an den Ecken von der Kontur ab. Bei spitzen Winkeln ab 120° wird die Kontur gleichmäßig umfahren (siehe nebenstehende Tabelle).



Eckenverhalten, Schnittpunkt, G41, G42, G451

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

Im Zwischenpunkt P* führt die Steuerung Anweisungen durch, wie z. B. Zustellbewegungen oder Schaltfunktionen. Diese Anweisungen werden in Sätzen programmiert, die zwischen den beiden Sätzen liegen, die die Ecke bilden.



Hinweis

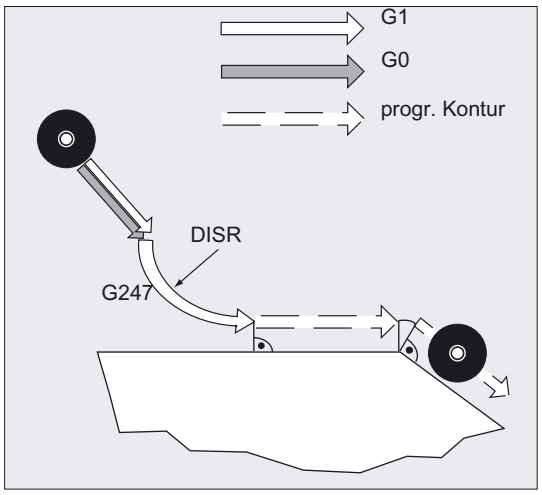
Bei spitzen Konturwinkeln können durch Abhebebewegungen überflüssige Leerwege des Werkzeugs entstehen. Über Maschinendatum lässt sich festlegen, dass in solchen Fällen automatisch auf Übergangskreis umgeschaltet wird.

8.11 Weiches An- und Abfahren

8.11.1 An- und Abfahren (G140 bis G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341)

Funktion

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



Die Funktion wird vorwiegend in Verbindung mit der Werkzeugradiuskorrektur eingesetzt, das ist jedoch nicht zwingend.

Die An- und Abfahrbewegung besteht aus maximal 4 Teilbewegungen:

- Startpunkt der Bewegung P_0
- Zwischenpunkte P_1, P_2 und P_3
- Endpunkt P_4

Die Punkte P_0, P_3 und P_4 sind immer definiert. Die Zwischenpunkte P_1 und P_2 können ja nach Parametrierung und geometrischen Verhältnissen entfallen.

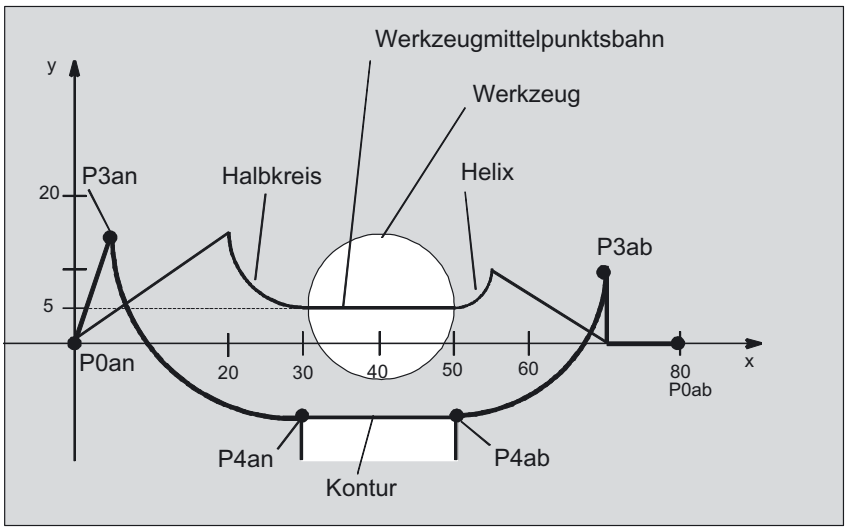
Programmierung

```
G140
```
oder
```
G141 bis G143
```
oder
```
G147, G148
```
oder
```
G247, G248
```
oder
```
G347, G348
```
oder
```
G340, G341
```
oder
```
DISR=..., DISCL=..., FAD=...
```

Parameter

G140	An- und Abfahrrichtung abhängig von der aktuellen Korrekturseite (Grundstellungswert)
G141	Anfahren von links bzw. Abfahren nach links
G142	Anfahren von rechts bzw. Abfahren nach rechts
G143	An- bzw. Abfahrrichtung abhängig von der relativen Lage von Start- bzw. Endpunkt zur Tangentenrichtung
G147	Anfahren mit einer Geraden
G148	Abfahren mit einer Geraden
G247	Anfahren mit einem Viertelkreis
G248	Abfahren mit einem Viertelkreis
G347	Anfahren mit einem Halbkreis
G348	Abfahren mit einem Halbkreis
G340	An- und Abfahren räumlich (Grundstellungswert)
G341	An- und Abfahren in der Ebene
DISR	**An- und Abfahren mit Geraden (G147/G148)** Abstand der Fräserkante vom Startpunkt der Kontur **An- und Abfahren mit Kreisen (G247, G347/G248, G348)** Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn Achtung: Bei REPOS mit einem Halbkreis bezeichnet DISR den Kreisdurchmesser
DISCL	DISCL=... Abstand des Endpunktes der schnellen Zustellbewegung von der Bearbeitungsebene DISCL=AC(...) Angabe der absoluten Lage des Endpunktes der schnellen Zustellbewegung
FAD	Geschwindigkeit der langsamen Zustellbewegung FAD=... der programmierte Wert wirkt entsprechend dem G-Code der Gruppe 15 (Vorschub; G93, G94 usw.) FAD=PM(...) der programmierte Wert wird unabhängig vom aktiven G-Code, Gruppe 15 als Linearvorschub (wie G94) interpretiert FAD=PR(...) der programmierte Wert wird unabhängig vom aktiven G-Code, Gruppe 15 als Umdrehungsvorschub (wie G95) interpretiert

Beispiel



- Weiches Anfahren (Satz N20 aktiviert)
- Anfahrbewegung mit Viertelkreis (G247)
- Anfahrrichtung nicht programmiert, es wirkt G140, d. h. WRK ist aktiv (G41)
- Konturoffset OFFN=5 (N10)
- Aktueller Werkzeugradius=10, damit ist der effektive Korrekturradius für WRK=15, der Radius der WAB-Kontur=25, so dass Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn gleich DISR=10 wird
- Endpunkt des Kreises ergibt sich aus N30, da in N20 nur Z-Position programmiert ist
- Zustellbewegung
  - Von Z20 nach Z7 (DISCL=AC(7)) im Eilgang.
  - Anschließend nach Z0 mit FAD=200.
  - Anfahrkreis in X-Y-Ebene und Folgesätze mit F1500 (damit diese Geschwindigkeit in den Folgesätzen wirksam wird, muss der aktive G0 in N30 mit G1 überschrieben werden, andernfalls würde die Kontur mit G0 weiter bearbeitet werden).
- Weiches Abfahren (Satz N60 aktiviert)
- Abfahrbewegung mit Viertelkreis (G248) und Helix (G340)
- FAD nicht programmiert, da bei G340 ohne Bedeutung
- Z=2 im Startpunkt; Z=8 im Endpunkt, da DISCL=6
- Bei DISR=5 ist Radius der WAB-Kontur=20, der Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn=5

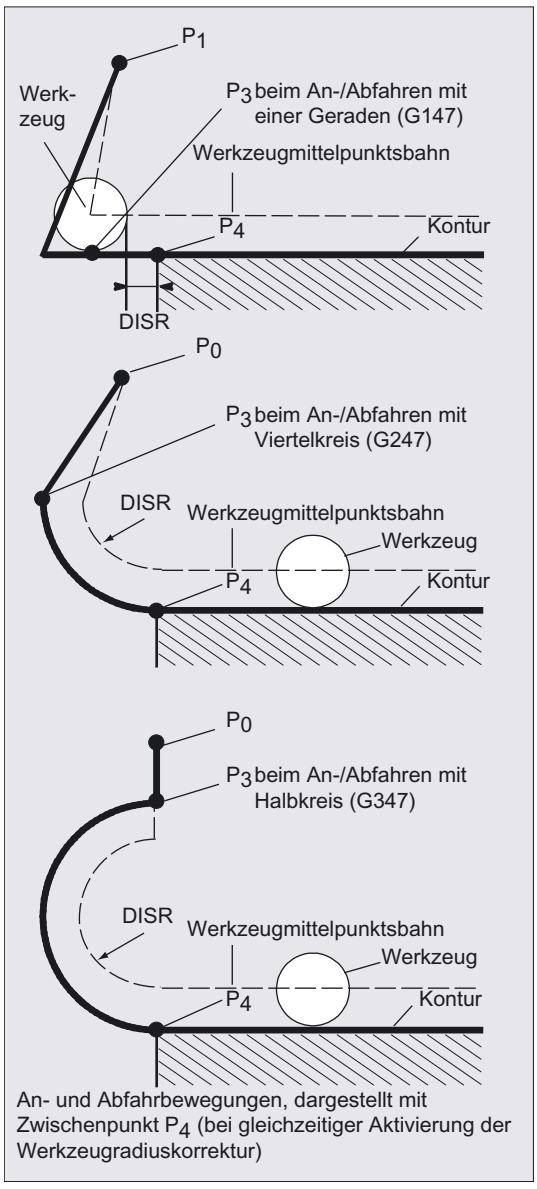
Wegfahrbewegungen von Z8 nach Z20 und die Bewegung parallel zur X-Y Ebene zu X70 Y0.

```
$TC_DP1[1,1]=120                  ;Werkzeugdefinition T1/D1
$TC_DP6[1,1]=10                   ;Radius
N10 G0 X0 Y0 Z20 G64 D1 T1 OFFN   ;(P0an)
= 5
N20 G41 G247 G341 Z0              ;Anfahren (P3an)
DISCL = AC(7) DISR = 10 F1500
FAD=200
N30 G1 X30 Y-10                   ;(P4an)
N40 X40 Z2
N50 X50                           ;(P4ab)
N60 G248 G340 X70 Y0 Z20 DISCL =  ;Abfahren (P3ab)
6 DISR = 5 G40 F10000
N70 X80 Y0                        ;(P0ab)
N80 M30
```

Wahl der An- bzw. Abfahrkontur

Mit dem entsprechenden G-Befehl kann mit

- einer Geraden (G147, G148),
- einem Viertelkreis (G247, G248) oder
- einem Halbkreis (G347, G348) an- bzw. abgefahren werden.



An- und Abfahrbewegungen, dargestellt mit Zwischenpunkt P_4 (bei gleichzeitiger Aktivierung der Werkzeugradiuskorrektur)

Wahl der An- bzw. Abfahrrichtung

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

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

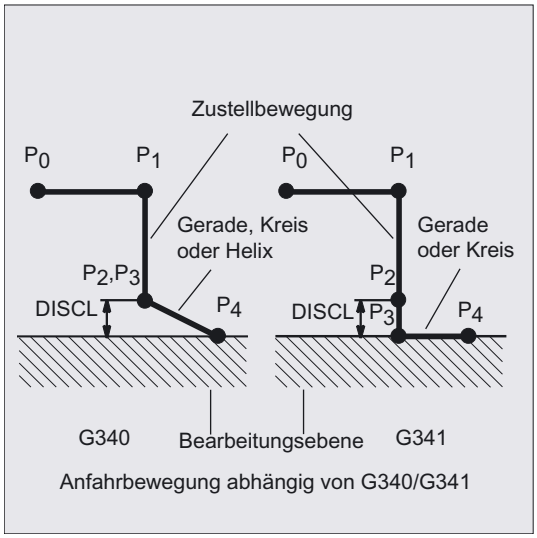
Weitere Anfahrmöglichkeiten sind mit G141, G142 und G143 gegeben.

Beschreibung

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

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

Das charakteristische Anfahren von P_0 bis P_4 ist im nebenstehenden Bild dargestellt.



In den Fällen, in denen die Lage der aktiven Ebene G17 bis G19 eingeht (Kreisebene, Helixachse, Zustellbewegung senkrecht zur aktiven Ebene), wird ein eventuell aktiver drehender FRAME berücksichtigt.

Länge der Anfahrgerade bzw. Radius bei Anfahrkreisen (DISR) (siehe Bild bei Wahl der An- bzw. Abfahrkontur)

- An-/Abfahren mit Geraden
  DISR gibt den Abstand der Fräserkante vom Startpunkt der Kontur an, d. h. die Länge der Geraden ergibt sich bei aktiver WRK als Summe von Werkzeugradius und programmiertem Wert von DISR. Der Werkzeugradius wird nur berücksichtigt, wenn er positiv ist.
  Die resultierende Geradenlänge muss positiv sein, d. h. es sind negative Werte für DISR zulässig, solange der Betrag von DISR kleiner als der Werkzeugradius ist.

- An-/Abfahren mit Kreisen
  DISR gibt den Radius der Werkzeugmittelpunktsbahn an. Ist WRK aktiviert, wird ein Kreis mit einem solchen Radius erzeugt, dass auch in diesem Fall die Werkzeugmittelpunktsbahn mit dem programmierten Radius resultiert.

Abstand des Punktes von der Bearbeitungsebene (DISCL) (siehe Bild bei Wahl der An- bzw. Abfahrkontur)

Soll die Position des Punktes P_2 auf der Achse senkrecht zur Kreisebene absolut angegeben werden, ist der Wert in der Form DISCL=AC(...) zu programmieren.

Bei DISCL=0 gilt:

- Bei G340: Die gesamte Anfahrbewegung besteht nur noch aus zwei Sätzen (P_1, P_2 und P_3 fallen zusammen). Die Anfahrkontur wird von P_1 zu P_4 gebildet.
- Bei G341: Die gesamte Anfahrbewegung besteht aus drei Sätzen (P_2 und P_3 fallen zusammen). Liegen P_0 und P_4 in der gleichen Ebene entstehen nur zwei Sätze (Zustellbewegung von P_1 nach P_3 entfällt).
- Es wird überwacht, dass der durch DISCL definierte Punkt zwischen P_1 und P_3 liegt, d. h. bei allen Bewegungen, die eine Komponente senkrecht zur Bearbeitungsebene haben, muss diese Komponente das gleiche Vorzeichen haben.
- Bei der Erkennung der Richtungsumkehr wird eine durch das Maschinendatum WAB_CLEARANCE_TOLERANCE definierte Toleranz zugelassen.

Programmierung des Endpunktes P4 beim Anfahren bzw. P0 beim Abfahren

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

- **Programmieren beim Anfahren**
  - P_4 im WAB-Satz
  - P_4 wird bestimmt durch Endpunkt des nächsten Verfahrsatzes
    Zwischen WAB-Satz und nächsten Verfahrsatz können weitere Sätze ohne Bewegung der Geometrieachsen eingefügt werden.

Beispiel:

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

N30/N40 kann ersetzt werden durch:

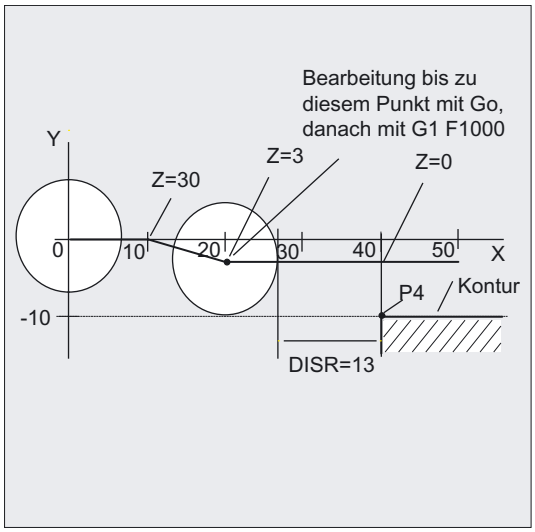
1.

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

oder

2.

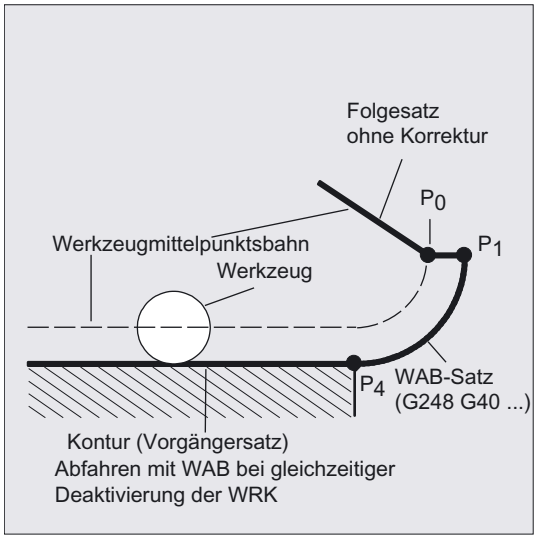
```
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13
F1000
N40 G1 X40 Y-10 Z0
```



- **Programmieren beim Abfahren**
  - Beim WAB-Satz ohne programmierte Geometrieachse
    endet die Kontur in P_2. Die Position in den Achsen, die die Bearbeitungsebene bilden, ergeben sich aus der Wegfahrkontur. Die Achskomponente senkrecht dazu wird durch DISCL definiert. Ist DISCL=0 verläuft Bewegung vollständig in der Ebene.
  - Ist im WAB-Satz nur die Achse senkrecht zur Bearbeitungsebene programmiert, endet die Kontur in P_1. Die Position der übrigen Achsen ergibt sich wie vorher beschrieben. Ist der WAB-Satz gleichzeitig Deaktivierungssatz der WRK, so wird ein zusätzlicher Weg von P_1 nach P_0 derart eingefügt, dass sich bei der Deaktivierung der WRK am Ende der Kontur keine Bewegung ergibt.
  - Ist nur eine Achse der Bearbeitungsebene programmiert, wird die fehlende 2. Achse aus ihrer letzten Position im Vorgängersatz modal ergänzt.
  - Beim WAB-Satz ohne programmierte Geometrieachse endet die Kontur in P_2. Die Position in den Achsen, die die Bearbeitungsebene bilden, ergeben sich aus der Wegfahrkontur. Die Achskomponente senkrecht dazu wird durch DISCL definiert. Ist DISCL=0 verläuft Bewegung vollständig in der Ebene.
  - Ist im WAB-Satz nur die Achse senkrecht zur Bearbeitungsebene programmiert, endet die Kontur in P_1. Die Position der übrigen Achsen ergibt sich wie vorher beschrieben.

Ist der WAB-Satz gleichzeitig Deaktivierungssatz der WRK, so wird ein zusätzlicher Weg von P_1 nach P_0 derart eingefügt, dass sich bei der Deaktivierung der WRK am Ende der Kontur keine Bewegung ergibt.

– Ist nur eine Achse der Bearbeitungsebene programmiert, wird die fehlende 2. Achse aus ihrer letzten Position im Vorgängersatz modal ergänzt.

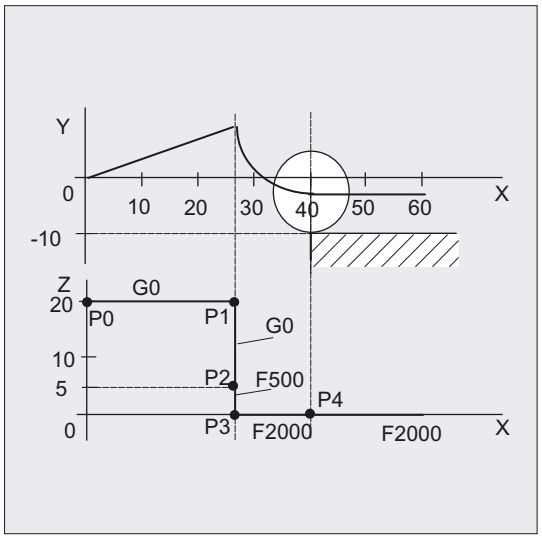


An- bzw. Abfahrgeschwindigkeiten

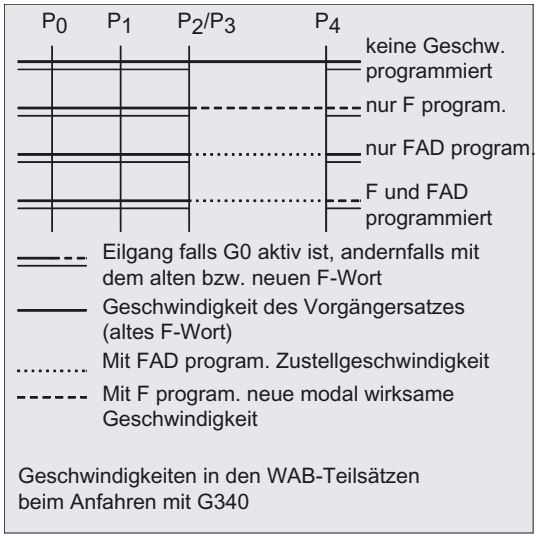
- Geschwindigkeit des Vorgängersatzes (G0):
  Mit dieser Geschwindigkeit werden alle Bewegungen von P_0 bis zu P_2 ausgeführt, d. h. die Bewegung parallel zur Bearbeitungsebene und der Teil der Zustellbewegung bis zum Sicherheitsabstand.
- Programmierung mit FAD:
  Angabe der Vorschubgeschwindigkeit 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:

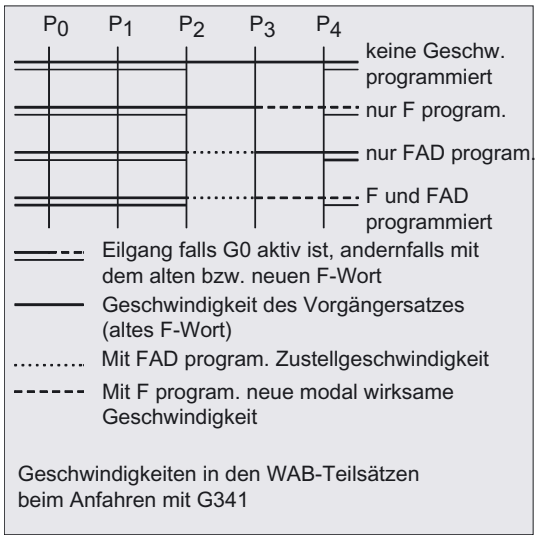
```
$TC_DP1[1,1]=120                    ;Fräserwerkzeug T1/D1
$TC_DP6[1,1]=7                      ;Werkzeug mit 7mm Radius
N10 G90 G0 X0 Y0 Z20 D1 T1
N20 G41 G341 G247 DISCL=AC(5)
DISR=13
FAD 500 X40 Y-10 Z=0 F200
N30 X50
N40 X60
...
```



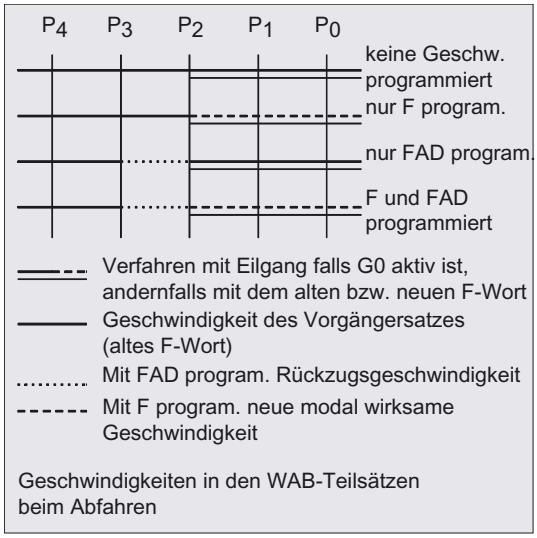
Beim Abfahren sind die Rollen von modal wirksamem Vorschub aus dem Vorgängersatz und dem im WAB-Satz programmierten Vorschubwert vertauscht, d. h. die eigentliche Abfahrkontur wird mit dem alten Vorschub verfahren, eine neu mit F-Wort programmierte Geschwindigkeit gilt entsprechend ab P_2 bis zum P_0.



Geschwindigkeiten in den WAB-Teilsätzen beim Anfahren mit G340



Geschwindigkeiten in den WAB-Teilsätzen beim Anfahren mit G341



Lesen von Positionen

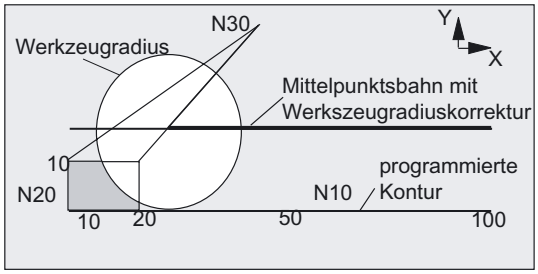
Die Punkte P_3 und P_4 können beim Anfahren als Systemvariable im WKS gelesen werden.

- $P_APR: Lesen von P
- $_3$ (Aufstartpunkt)
- $P_AEP: Lesen von P
- $_4$ (Konturanfangspunkt)
- $P_APDV: Lesen, ob $P_APR und $P_AEP gültige Werte enthalten

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

Funktion

In bestimmten geometrischen Sonderfällen werden gegenüber der bisherigen Realisierung mit eingeschalteter Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsatz, spezielle erweiterte An- und Abfahrstrategien beim Aktivieren bzw. Deaktivieren der Werkzeugradiuskorrektur benötigt. So kann z. B. eine Kollisionsüberwachung dazu führen, dass ein Abschnitt auf der Kontur nicht vollständig bearbeitet wird, siehe folgendes Bild.



Abfahrverhalten bei G460

Programmierung

```
G460
```

oder

```
G461
```

oder

```
G462
```

Parameter

G460	Wie bisher (Einschalten der Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsatz)
G461	Einfügen eines Kreises im WRK-Satz, wenn kein Schnittpunkt möglich ist, dessen Mittelpunkt im Endpunkt des nicht korrigierten Satzes liegt, und dessen Radius gleich dem Werkzeugradius ist. Bis zum Schnittpunkt wird mit **Hilfskreis** um den Konturendpunkt (also bis Konturende) bearbeitet.
G462	Einfügen einer Geraden im WRK-Satz, wenn kein Schnittpunkt möglich ist, der Satz wird durch seine Endtangente verlängert (Standardeinstellung) Bearbeitet wird bis zur **Verlängerung** des letzten Konturelements (also bis kurz vor Konturende).

Hinweis

Das Anfahrverhalten ist symmetrisch zum Abfahrverhalten.

Das An- bzw. Abfahrverhalten wird vom Zustand des G-Befehles im An- bzw. Abfahrsatz bestimmt. Das Anfahrverhalten kann deshalb unabhängig vom Abfahrverhalten eingestellt werden.

Beispiel Abfahrverhalten bei G460

Im folgenden wird immer nur die Situation bei Deaktivieren der Werkzeugradiuskorrektur dargestellt. Das Verhalten beim Anfahren ist dazu völlig analog.

```
G42 D1 T1                          ;Werkzeugradius 20mm
...
G1 X110 Y0
N10 X0
N20 Y10
N30 G40 X50 Y50
```

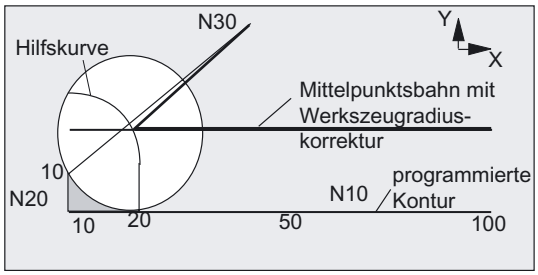
Beispiel Anfahren bei G461

```
N10 $TC_DP1[1,1]=120               ;Werkzeugtyp Fräser
N20 $TC_DP6[1,1]=10                ;Werkzeugradius
N30 X0 Y0 F10000 T1 D1
N40 Y20
N50 G42 X50 Y5 G461
N60 Y0 F600
N70 X30
N80 X20 Y-5
N90 X0 Y0 G40
N100 M30
```

G461

Wenn kein Schnittpunkt des letzten WRK-Satzes mit einem Vorgängersatz möglich ist, wird die Offsetkurve dieses Satzes mit einem Kreis verlängert, dessen Mittelpunkt im Endpunkt des nicht korrigierten Satzes liegt, und dessen Radius gleich dem Werkzeugradius ist.

Die Steuerung versucht, diesen Kreis mit einem der Vorgängersätze zu schneiden.



Abfahrverhalten bei G461 (siehe Beispiel)

Kollisionsüberwachung CDON, CDOF

Dabei wird bei aktivem CDOF (siehe Abschnitt Kollisionsüberwachung, CDON, CDOF) die Suche abgebrochen, wenn ein Schnittpunkt gefunden wurde, d. h. es wird nicht überprüft, ob auch noch Schnittpunkte mit weiter in der Vergangenheit liegenden Sätzen existieren.

Bei aktivem CDON wird auch dann, wenn bereits ein Schnittpunkt gefunden wurde, nach weiteren Schnittpunkten gesucht.

Ein so gefundener Schnittpunkt ist der neue Endpunkt eines Vorgängersatzes und der Startpunkt des Deaktivierungssatzes. Der eingefügte Kreis dient nur zur Schnittpunktberechnung und hat selbst keine Verfahrbewegung zur Folge.

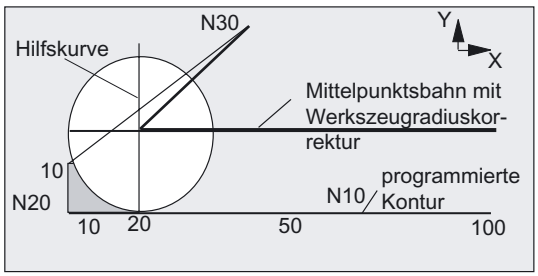
Hinweis

Wird kein Schnittpunkt gefunden, wird der Alarm 10751 (Kollisionsgefahr) ausgegeben.

G462

Wenn kein Schnittpunkt des letzten WRK-Satzes mit einem Vorgängersatz möglich ist, wird beim Abfahren mit G462 (Grundstellung) im Endpunkt des letzen Satzes mit Werkzeugradiuskorrektur eine Gerade eingefügt (der Satz wird durch seine Endtangente verlängert).

Die Schnittpunktsuche verläuft dann identisch zu der bei G461.



Abfahrverhalten bei G462 (siehe Beispiel)

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

Eckenverhalten bei KONT

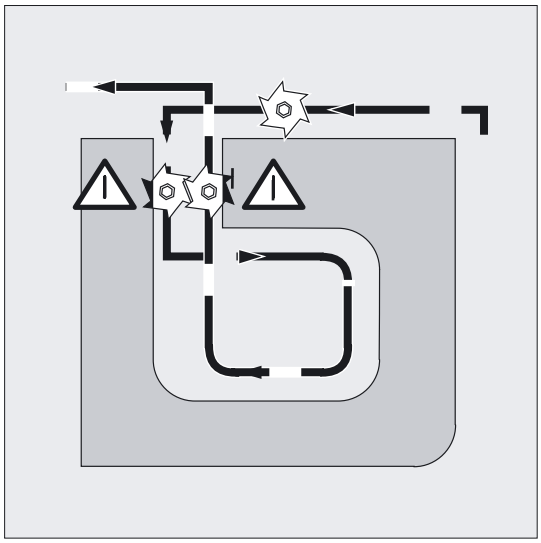
Ist KONT aktiv (Kontur im Start- oder Endpunkt umfahren), wird unterschieden, ob der Endpunkt vor oder hinter der Kontur liegt.

- **Endpunkt vor der Kontur**
  Liegt der Endpunkt vor der Kontur, ist das Abfahrverhalten gleich wie bei NORM. Diese Eigenschaft ändert sich auch nicht, wenn der letzte Kontursatz bei G451 mit einer Geraden oder einem Kreis verlängert wird. Zusätzliche Umfahrungsstrategien, um eine Konturverletzung in der Nähe des Konturendpunktes zu vermeiden, sind deshalb nicht notwendig.
- **Endpunkt hinter der Kontur**
  Liegt der Endpunkt hinter der Kontur, wird immer abhängig von G450/G451 ein Kreis bzw. eine Gerade eingefügt. G460 - G462 hat dann keine Bedeutung. Hat der letzte Verfahrsatz in dieser Situation keinen Schnittpunkt mit einem Vorgängersatz, kann sich nun ein Schnittpunkt mit dem eingefügten Konturelement oder mit dem Geradenstück vom Endpunkt des Umfahrungskreises zum programmierten Endpunkt ergeben.
  Ist das eingefügte Konturelement ein Kreis (G450), und dieses bildet mit dem Vorgängersatz einen Schnittpunkt, ist dieser gleich dem Schnittpunkt, der sich auch bei NORM und G461 ergeben würde. Im allgemeinen bleibt jedoch ein zusätzliches Stück des Kreises zu verfahren. Für den linearen Teil des Abfahrsatzes ist keine Schnittpunktberechnung mehr notwendig.
  Im zweiten Fall, wenn kein Schnittpunkt des eingefügten Konturelements mit den Vorgängersätzen gefunden wird, wird auf den Schnittpunkt zwischen der Abfahrgeraden und einem Vorgängersatz verfahren.
  Es kann sich somit bei aktivem G461 bzw. G462 nur dann ein gegenüber G460 verändertes Verhalten ergeben, wenn entweder NORM aktiv ist, oder das Verhalten bei KONT geometrisch bedingt identisch zu dem bei NORM ist.

8.12 Kollisionsüberwachung (CDON, CDOF, CDOF2)

Funktion

Bei eingeschaltetem CDON (Collision Detection ON) und aktiver Werkzeugradiuskorrektur überwacht die Steuerung durch vorausschauende Konturberechnung die Werkzeugwege. Hierdurch lassen sich mögliche Kollisionen rechtzeitig erkennen und aktiv durch die Steuerung verhindern.



Bei ausgeschalteter Flaschenhalserkennung (CDOF) wird für den aktuellen Satz beim vorhergehenden Verfahrsatz (an Innenecken) nach einem gemeinsamen Schnittpunkt gesucht, gegebenenfalls auch in weiter zurückliegenden Sätzen. Wird auch mit dieser Methode kein Schnittpunkt gefunden, erfolgt eine Fehlermeldung.

Programmierung

```
CDON
```

oder

```
CDOF
```

oder

```
CDOF2
```

Parameter

`CDON`	`Flaschenhalserkennung einschalten`
`CDOF`	`Flaschenhalserkennung ausschalten`
`CDOF2`	`Werkzeugkorrekturrichtung aus benachbarten Satzteilen ermittteln.`
	`CDOF2 ist nur beim 3D-Umfangsfräsen wirksam`

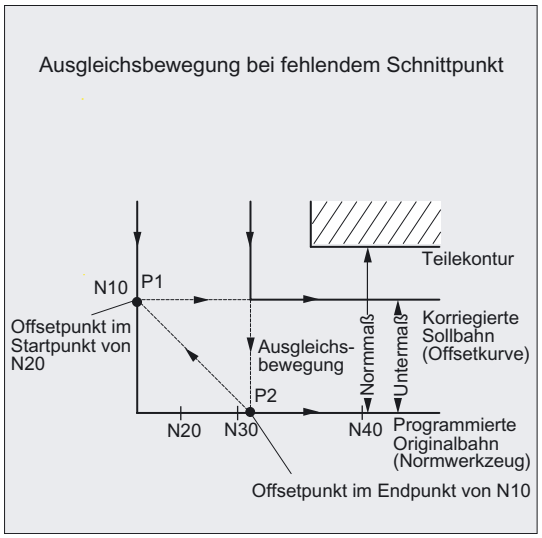
Mit CDOF lässt sich die fehlerhafte Erkennung von Engstellen vermeiden, die z. B. auf fehlende Informationen zurückzuführen sind, die im NC-Programm nicht zur Verfügung stehen.

Maschinenhersteller

Die Anzahl der NC-Sätze, die in die Überwachung mit einbezogen werden, ist über Maschinendatum einstellbar (siehe Maschinenhersteller).

Beispiel Fräsen auf der Mittelpunktsbahn mit Normwerkzeug

Das NC-Programm beschreibt die Mittelpunktsbahn eines Normwerkzeuges. Die Kontur für ein aktuell verwendetes Werkzeug ergibt ein Untermaß, welches nur zur Verdeutlichung der geometrischen Verhältnisse unrealistisch groß dargestellt ist. Nachfolgend wird die vereinfachte Annahme getroffen, dass die Steuerung nur drei Sätze überblickt.



Da ein Schnittpunkt nur zwischen den Offsetkurven der beiden Sätze N10 und N40 existiert, müssten die beiden Sätze N20 und N30 ausgelassen werden. In diesem Fall 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.

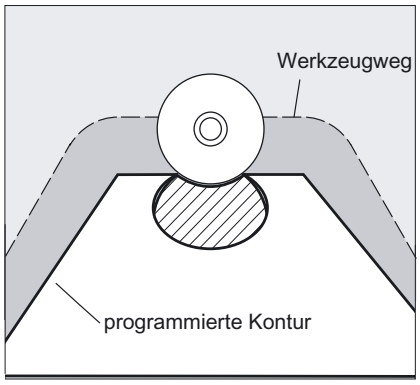
Erkennung kritischer Bearbeitungssituationen

Im folgenden finden Sie einige Beispiele für kritische Bearbeitungssituationen, die von der Steuerung erkannt und durch veränderte Werkzeugbahnen ausgeglichen werden.

Um Programmstopps zu vermeiden, sollten Sie beim Programmtest aus der Reihe der eingesetzten Werkzeuge immer das Werkzeug mit dem größten Radius verwenden.

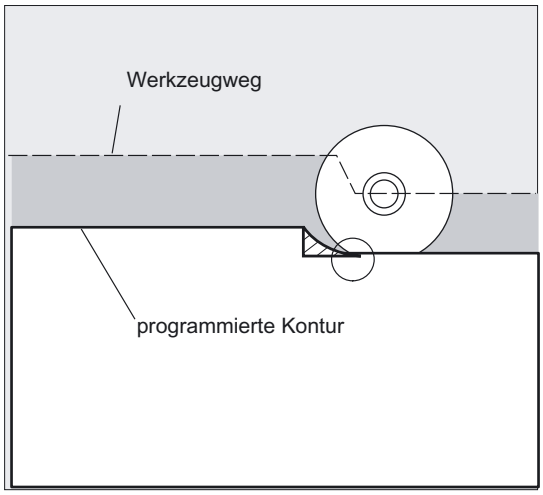
In allen folgenden Beispielen wurde für die Herstellung der Kontur ein Werkzeug mit zu großem Radius gewählt.

Flaschenhalserkennung



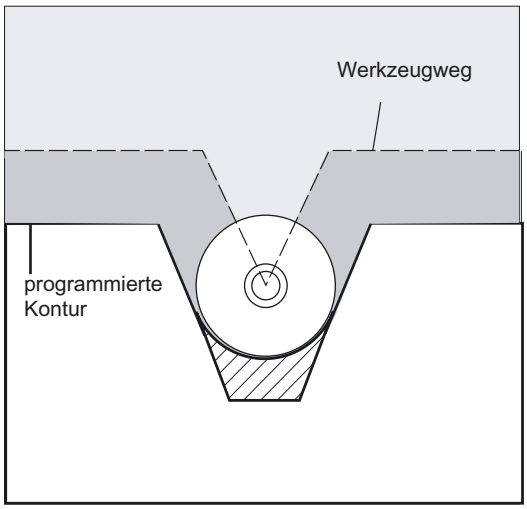
Da der Werkzeugradius für die Herstellung dieser Innenkontur zu groß gewählt wurde, wird der "Flaschenhals" umfahren.
Es wird ein Alarm ausgegeben.

Konturweg kürzer als Werkzeugradius



Das Werkzeug umfährt die Werkstückecke auf einem Übergangskreis und fährt im weiteren Konturverlauf exakt auf der programmierten Bahn.

Werkzeugradius zu groß für Innenbearbeitung



In diesen Fällen werden die Konturen nur so weit ausgeräumt, wie es ohne Konturverletzung möglich ist.

8.13 2 ½ D-Werkzeugkorrektur (CUT2D, CUT2DF)

Funktion

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

Werkzeuglängenkorrektur

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

2D-Werkzeugradiuskorrektur mit Konturwerkzeugen

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

Programmierung

`CUT2D`

oder

`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.

Parameter

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

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

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

Schneidenanzahl von Konturwerkzeugen

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

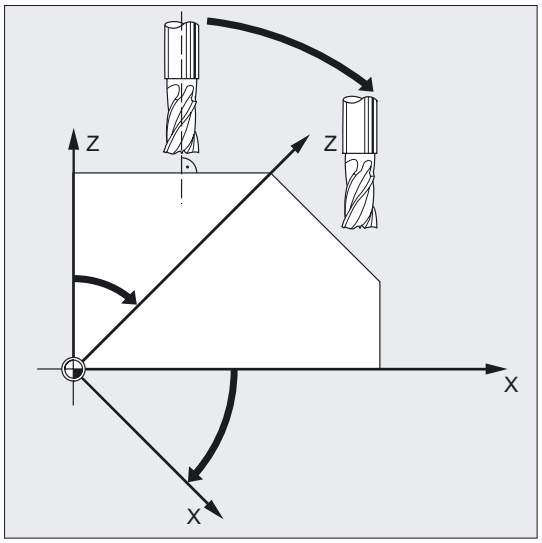
Maschinenhersteller

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

Literatur: /FB1/Funktionshandbuch Grundfunktion; Werkzeugkorrektur (W1)

Werkzeugradiuskorrektur, CUT2D

Wie bei vielen Anwendungen üblich werden Werkzeuglängen- und Werkzeugradiuskorrektur in der **raumfesten** mit G17 bis G19 angegebenen Arbeitsebene berechnet.



Beispiel G17 (X/Y-Ebene):

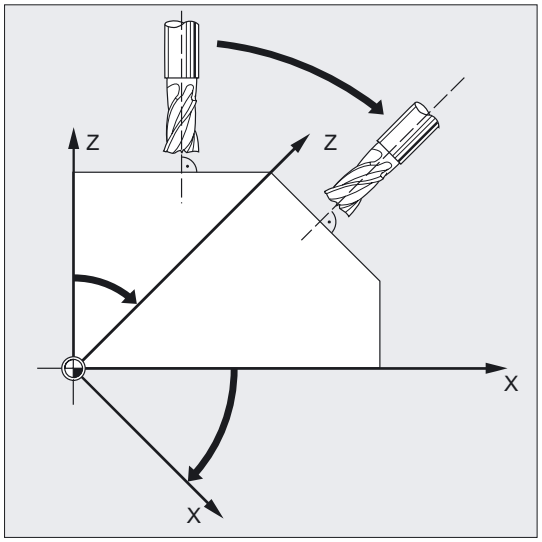
Die Werkzeugradiuskorrektur wirkt in der nicht gedrehten X/Y-Ebene, die Werkzeuglängenkorrektur in Z-Richtung.

Werkzeugkorrekturwerte

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

Werkzeugradiuskorrektur, CUT2DF

In diesem Fall besteht an der Maschine die Möglichkeit, die Werkzeugorientierung senkrecht zur schräg liegenden Arbeitsebene einzustellen.



Wird ein Frame programmiert, der eine Drehung enthält, wird bei CUT2DF die Korrekturebene mitgedreht. Die Werkzeugradiuskorrektur wird in der gedrehten Bearbeitungsebene berechnet.

Hinweis

Die Werkzeuglängenkorrektur wirkt weiterhin relativ zur nicht gedrehten Arbeitsebene.

Definition von Konturwerkzeugen, CUT2D, CUT2DF

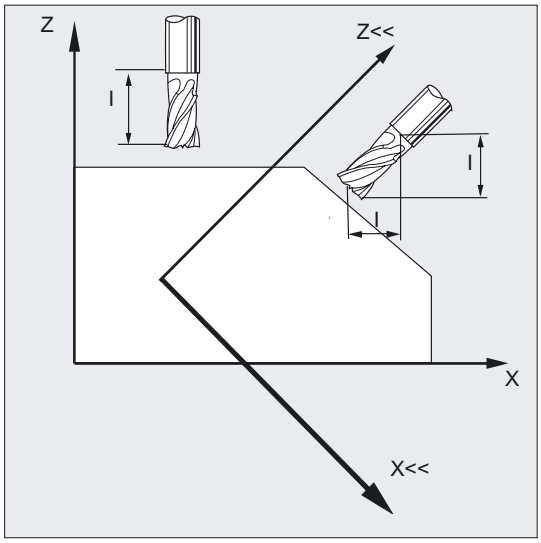
Ein Konturwerkzeug wird definiert durch die Schneidenanzahl gemäß den D-Nummern, die zu einer T-Nummer gehören. Die Erste Schneide eines Konturwerkzeugs ist die Schneide, die bei der Aktivierung des Werkzeugs angewählt wird. Wird z.B. D5 bei T3 D5 aktiviert, dann definiert diese Schneide und die nachfolgenden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

Literatur: /FB1/Funktionshandbuch Grundfunktion; Werkzeugkorrektur (W1)

8.14 Werkzeuglängenkorrektur für orientierbare Werkzeugträger (TCARR, TCOABS, TCOFR)

Funktion

Mit veränderter Raumorientierung des Werkzeugs ändern sich auch dessen Werkzeuglängenkomponenten.



Nach Umrüsten, z. B. durch manuelle Einstellung oder Wechsel des Werkzeugträgers mit fester räumlicher Ausrichtung, müssen daher die Werkzeuglängenkomponenten neu ermittelt werden. Dies erfolgt mit den Wegbefehlen TCOABS und TCOFR.

Ein orientierbarer Werkzeugträger eines aktiven Frames kann bei Werkzeuganwahl mit TCOFRZ, TCOFRY und TCOFRX die Richtung, in die das Werkzeug zeigen soll, bestimmt werden.

Programmierung

```
TCARR=[m]
```
oder
```
TCOABS
```
oder
```
TCOFR
```
oder
```
TCOFRZ, TCOFRY, TCOFRX
```

Parameter

`TCARR=[m]`	`Werkzeugträger mit der Nummer "m" anfordern`
`TCOABS`	`Werkzeuglängenkomponenten aus der aktuellen Werkzeugträgerorientierung berechnen`
`TCOFR`	`Werkzeuglängenkomponenten aus der Orientierung des aktiven Frames bestimmen`
`TCOFRZ`	`Orientierbarer Werkzeugträger aus aktiven Frame dessen Werkzeug in Z-Richtung zeigt`
`TCOFRY`	`Orientierbarer Werkzeugträger aus aktiven Frame dessen Werkzeug in Y-Richtung zeigt`
`TCOFRX`	`Orientierbarer Werkzeugträger aus aktiven Frame dessen Werkzeug in X-Richtung zeigt`

Werkzeuglängenkorrektur aus Trägerorientierung, TCOABS

TCOABS berechnet die Werkzeuglängenkorrektur aus den aktuellen Orientierungswinkeln des Werkzeugträgers; abgelegt in den Systemvariablen $TC_CARR13 und $TC_CARR14.

Zur Definition der Werkzeugträgerkinematik mit Systemvariablen siehe
Literatur: /PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Werkzeugkorrekturen, Kapitel "Werkzeugträgerkinematik"

Zur Neuberechnung der Werkzeuglängenkorrektur bei Frame-Wechsel muss das Werkzeug nochmals angewählt werden.

Werkzeugrichtung aus aktiven Frame

Der orientierbare Werkzeugträger kann so eingestellt werden, dass das Werkzeug mit

- TCOFR bzw. TCOFRZ in Z-Richtung zeigt.
- TCOFRY in Y-Richtung zeigt.
- TCOFRX in X-Richtung zeigt.

Ein Umschalten zwischen TCOFR und TCABS bewirkt eine Neuberechnung der Werkzeuglängenkorrektur.

Werkzeugträger anfordern, TCARR

Mit TCARR werden mit der Werkzeugträgernummer m dessen Geometriedaten angefordert (Korrekturspeicher).
Mit m=0 wird der aktive Werkzeugträger abgewählt.

Die Geometriedaten des Werkzeugträgers werden erst nach Aufruf eines Werkzeugs aktiv. Das angewählte Werkzeug bleibt über den Wechsel eines Werkzeugträgers hinaus aktiv.

Die aktuellen Geometriedaten des Werkzeugträgers können auch im Teileprogramm über die entsprechenden Systemvariablen definiert werden.

Neuberechnung der Werkzeuglängenkorrektur, TCOABS bei Framewechsel

Zur Neuberechnung der Werkzeuglängenkorrektur bei Frame-Wechsel muss das Werkzeug nochmals angewählt werden.

Hinweis

Die Werkzeugorientierung muss dem aktiven Frame manuell angepasst werden.

Bei der Berechnung der Werkzeuglängenkorrektur werden in einem Zwischenschritt auch die Drehwinkel des Werkzeugträgers berechnet. Da bei Werkzeugträgern mit zwei Drehachsen im Allgemeinen zwei Drehwinkelpaare existieren, mit denen die Werkzeugorientierung dem aktiven Frame angepasst werden kann, müssen die in den Systemvariablen abgelegten Drehwinkelwerte zumindest annähernd den mechanisch eingestellten Drehwinkeln entsprechen.

Hinweis

Werkzeugorientierung

Die Steuerung kann die über die Frame-Orientierung berechneten Verdrehwinkel nicht auf die Einstellbarkeit an der Maschine überprüfen.

Sind die Drehachsen des Werkzeugträgers konstruktiv so angeordnet, dass die durch die Frame-Orientierung berechnete Werkzeugorientierung nicht erreicht werden kann, wird ein Alarm ausgegeben.

Die Kombination von Werkzeugfeinkorrektur und den Funktionalitäten zur Werkzeuglängenkorrektur bei beweglichen Werkzeugträgern ist nicht zulässig. Beim Versuch beide Funktionen gleichzeitig aufzurufen, erfolgt eine Fehlermeldung.

Mit **TOFRAME** ist es möglich, einen Frame aufgrund der Orientierungsrichtung des angewählten Werkzeugträgers zu definieren. Genauere Informationen siehe Kapitel "Frames".

Bei aktiver Orientierungstransformation (3-, 4-, 5-Achstransformation) kann ein Werkzeugträger mit von der Null-Lage abweichender Orientierung angewählt werden, ohne dass dabei ein Alarm ausgegeben wird.

8.15 Schleifenspezifische Werkzeugüberwachung im Teileprogrammen (TMON, TMOF)

Funktion

Mit dem Befehl TMON können Sie für Schleifwerkzeuge (Typ 400 - 499) die Geometrie- und Drehzahlüberwachung im NC-Teileprogramm aktivieren. Die Überwachung bleibt aktiv, bis sie im Teileprogramm durch den Befehl TMOF abgeschaltet wird.

Maschinenhersteller

Beachten Sie die Angaben des Maschinenherstellers

Programmierung

```
TMON (T-Nr.)
```

oder

```
TMOF (T-Nr.)
```

Parameter

TMON (T-Nr.)	Werkzeugüberwachung anwählen	Angabe der T-Nummer nur notwendig, wenn das Werkzeug mit dieser T-Nummer nicht aktiv ist.
TMOF (T-Nr.)	Werkzeugüberwachung abwählen T-Nr. = 0: Überwachung für alle Werkzeuge ausschalten	

Belegung der werkzeugspezifischen Parameter

Weitere werkzeugspezifische Parameter können über Maschinendatum eingerichtet und vom Anwender belegt werden.

Parameter	**Bedeutung**	**Datentyp**
Werkzeugspezifische Parameter		
$TC_TPG1	Spindelnummer	Integer
$TC_TPG2	Verkettungsvorschrift Die Parameter werden automatisch für die linke und rechte Scheibenseite identisch gehalten.	Integer
$TC_TPG3	Minimaler Scheibenradius	Real
$TC_TPG4	Minimale Scheibenbreite	Real
$TC_TPG5	Aktuelle Scheibenbreite	Real
$TC_TPG6	Maximale Drehzahl	Real
$TC_TPG7	Maximale Umfangsgeschwindigkeit	Real
$TC_TPG8	Winkel der schrägen Scheibe	Real
$TC_TPG9	Parameter-Nummer für Radiusberechnung	Integer

Voraussetzung

Sie können die Werkzeugüberwachung nur aktivieren, wenn die werkzeugspezifischen Schleifdaten $TC_TPG1 bis $TC_TPG9 gesetzt sind, siehe
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1).

In Abhängigkeit von einem Maschinendatum kann für die Schleifwerkzeuge (Typ 400 - 499) die Werkzeugüberwachung implizit mit der Werkzeuganwahl eingeschaltet werden.

Zu jedem Zeitpunkt kann für jede Spindel nur **eine** Überwachung aktiv sein.

Geometrieüberwachung

Überwacht werden der aktuelle Scheibenradius und die aktuelle Breite.

Die Überwachung des Drehzahlsollwerts auf den Drehzahlgrenzwert erfolgt zyklisch unter Berücksichtigung des Spindel-Overrides.

Als Drehzahlgrenzwert gilt der kleinere Wert, der sich bei Vergleich von maximaler Drehzahl mit der berechneten Drehzahl aus maximaler Scheibenumfangsgeschwindigkeit und aktuellem Scheibenradius ergibt.

Arbeiten ohne T- und D-Nummer

Per Maschinendatum kann eine Standard-

- T-Nummer und
- D-Nummer eingestellt werden,

die nicht mehr programmiert werden muss und nach Power ON/RESET wirksam wird.

Beispiel

Arbeiten mit derselben Schleifscheibe

Über das Maschinendatum kann eingestellt werden, dass das aktive Werkzeug bei RESET erhalten bleibt; siehe
/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Freie D-Nummernvergabe, Schneidennummer

8.16 Additive Korrekturen

Funktion

Additive Korrekturen können als in der Bearbeitung programmierbare Prozesskorrekturen betrachtet werden. Sie beziehen sich auf die geometrischen Daten einer Schneide und sind somit Bestandteil der Werkzeugschneidendaten.

Die Daten einer additiven Korrektur werden über eine DL-Nummer angesprochen (DL: Location dependent; Korrekturen bezüglich des jeweiligen Einsatzortes) und im Bedienbereich Parameter über das Parametrierbild Werkzeugkorrektur eingegeben.

Literatur: /BAD, BEM/ "Bedienungsanleitung HMI Advanced, HMI Embedded" Kapitel "Parameter"

8.16.1 Korrekturen anwählen (über DL-Nummern)

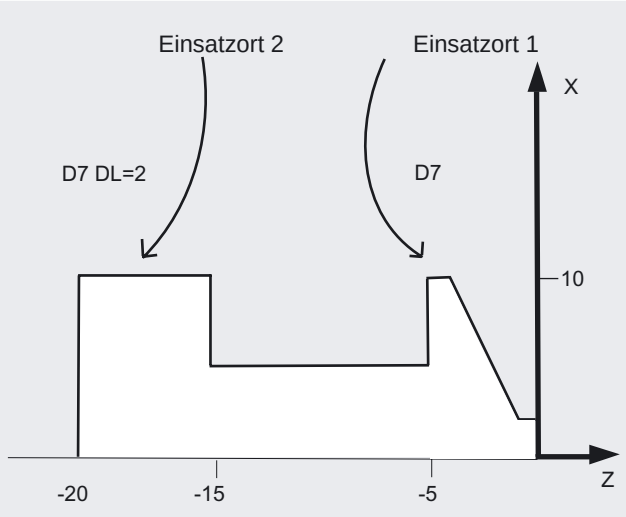
Funktion

Einrichtewert:

Der Einrichtewert wird optional vom Maschinenhersteller über MD festgelegt.

Gleiche Schneide:

Die gleiche Schneide wird für 2 Lagersitze verwendet (siehe Beispiel). Durch Bearbeitungskräfte, etc. kann ein einsatzortbedingter Maßfehler ausgeglichen werden.



Feinkorrektur:

Ein sich ergebendes Auf-/Untermaß kann einsatzbezogen korrigiert werden.

Parameter

Die Festlegung von Anzahl und Aktivierung der additiven Korrekturen erfolgt über Maschinendaten. Beachten Sie hierzu die Angaben des Maschinenherstellers.

Beispiel

```
N110 T7 D7                    ;der Revolver wird auf Platz 7 positioniert.
                              ;D7 und DL=1 werden aktiviert und im nächsten Satz
N120 G0 X10 Z1                ;N120 herausgefahren
N130 G1 Z-6
N140 G0 DL=2 Z-14             ;Additiv zu D7 wird DL=2 aktiviert und im nächsten
                              ;Satz herausgefahren
N150 G1 Z-21
N160 G0 X200 Z200             ;Werkzeugwechselpunkt anfahren
...
```

8.16.2 Verschleiß- und Einrichtewerte festlegen ($TC_SCPxy[t,d], $TC_ECPxy[t,d])

Funktion

Verschleiß- und Einrichtewerte können über Systemvariablen und entsprechende BTSS-Dienste gelesen und geschrieben werden.

Dabei orientiert sich die Logik an der Logik der entsprechenden Systemvariablen für Werkzeuge und Schneiden.

Programmierung

`$TC_SCPxy [t,d]` Verschleißwerte

oder

`$TC_ECPxy [t,d]` Einrichtewerte

Parameter

`$TC_SCPxy`	`Verschleißwerte, die über xy dem jeweiligen Geometrieparameter zugeordnet sind, wobei x die Nummer des Verschleißwertes entspricht und y den Bezug zum Geometrieparameter herstellt,`
`$TC_ECPxy`	`Einrichtewerte, die über xy dem jeweiligen Geometrieparameter zugeordnet sind, wobei x die Nummer des Einrichtewertes entspricht und y den Bezug zum Geometrieparameter herstellt,`
`t`	`T-Nummer des Werkzeuges`
`d`	`D-Nummer der Schneide des Werkzeuges`

Hinweis

Die festgelegten Verschleiß- und Einrichtewerte werden zu den Geometrieparametern und den übrigen Korrekturparametern (D-Nummer) addiert.

Beispiel

Der Verschleißwert der Länge 1 wird für die Schneide (D-Nummer d) des Werkzeuges (t) auf den Wert 1.0 festgelegt.

Parameter: $TC_DP**3** (Länge 1, bei Drehwerkzeugen)

Verschleißwerte: $TC_SCP1**3** bis $TC_SCP6**3**

Einrichtewerte: $TC_ECP1**3** bis $TC_ECP6**3**

$TC_SCP4**3** [t, d] = 1.0

8.16.3 Additive Korrekturen löschen (DELDL)

Funktion

Mit DELDL werden additive Korrekturen für die Schneide eines Werkzeuges gelöscht (Freigabe von Speicher). Dabei werden sowohl die festgelegten Verschleißwerte als auch die Einrichtewerte gelöscht.

Programmierung

```
status = DELDL [t,d]
```

Parameter

`DELDL [t,d]`	`Es werden alle additiven Korrekturen der Schneide mit der D-Nummer d des Werkzeuges t gelöscht`
`DELDL[t]`	`Es werden alle additiven Korrekturen aller Schneiden des Werkzeuges t gelöscht`
`DELDL`	`Es werden alle additiven Korrekturen der Schneiden aller Werkzeuges der TO-Einheit gelöscht (für den Kanal, in dem der Befehl programmiert wird)`
`status`	`0: Das Löschen wurde erfolgreich durchgeführt.`
	`-: Das Löschen wurde nicht durchgeführt (wenn die Parametrierung genau eine Schneide bezeichnet), oder das Löschen erfolgte nicht vollständig (wenn die Parametrierung mehrere Schneiden bezeichnet).`

Hinweis

Verschleiß- und Einrichtewerte aktiver Werkzeuge können nicht gelöscht werden (verhält sich analog zum Löschverhalten von D bzw. Werkzeugdaten).

8.17 Werkzeugkorrektur - Sonderbehandlung

Funktion

Mit den Settingdaten SD 42900 - SD 42960 lässt sich die Bewertung der Vorzeichen für Werkzeuglänge und Verschleiß steuern.

Das gilt ebenfalls für das Verhalten der Verschleißkomponenten beim Spiegeln von Geometrieachsen oder beim Wechsel der Bearbeitungsebene und auch zur Temperaturkompensation in Werkzeugrichtung.

Parameter

Wenn im folgenden auf Verschleißwerte Bezug genommen wird, ist darunter jeweils die Summe aus den eigentlichen Verschleißwerten ($TC_DP12 bis $TC_DP20) und den Summenkorrekturen mit den Verschleiß- ($SCPX3 bis $SCPX11) und Einrichtewerten ($ECPX3 bis $ECPX11) zu verstehen.

Näheres zu den Summenkorrekturen finden Sie in

Literatur: /FBW/ Funktionsbeschreibung Werkzeugverwaltung

SD42900 MIRROR_TOOL_LENGTH	Spiegeln von Werkzeuglängenkomponenten und Komponenten des Basismaßes
D42910 MIRROR_TOOL_WEAR	Spiegeln von Verschleißwerten der Werkzeuglängenkomponenten
SD42920 WEAR_SIGN_CUTPOS	Vorzeichenbewertung der Verschleißkomponenten in Abhängigkeit von der Schneidenlage
SD42930 WEAR_SIGN	Invertiert die Vorzeichen der Verschleißmaße
SD42935 WEAR_TRANSFORM	Transformation der Verschleißwerte
SD42940 TOOL_LENGTH_CONST	Zuordnung der Werkzeuglängenkomponenten zu den Geometrieachsen
SD42950 TOOL_LENGTH_TYPE	Zuordnung der Werkzeuglängenkomponenten unabhängig vom Werkzeugtyp
SD42960 TOOL_TEMP_COMP	Temperaturkompensationswert in Werkzeugrichtung. Ist auch bei vorhandener Werkzeugorientierung wirksam.

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Werkzeugkorrekturen"

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

Beschreibung

Wirksamwerden der veränderten Settingdaten

Die Neubewertung von Werkzeugkomponenten bei einer Änderung der beschriebenen Settingdaten wird erst wirksam, wenn das nächste Mal eine Werkzeugschneide angewählt wird. Ist ein Werkzeug bereits aktiv und die Bewertung der Daten dieses Werkzeugs soll verändert wirksam werden, muss dieses Werkzeug erneut angewählt werden.

Entsprechendes gilt für den Fall, dass sich die resultierende Werkzeuglänge ändert, weil der Spiegelungszustand einer Achse geändert wurde. Das Werkzeug muss nach dem Spiegelbefehl erneut angewählt werden, damit die geänderten Werkzeuglängenkomponenten wirksam werden.

Orientierbare Werkzeugträger und neue Settingdaten

Die Settingdaten SD 42900 - SD 42940 wirken nicht auf die Komponenten eines eventuell aktiven orientierbaren Werkzeugträgers. Ein Werkzeug geht jedoch immer mit seiner gesamten resultierenden Länge (Werkzeuglänge + Verschleiß + Basismaß) in die Berechnung mit einem orientierbaren Werkzeugträger ein. Bei der Berechnung der resultierenden Gesamtlänge werden alle Änderungen berücksichtigt, die durch die Settingdaten verursacht wurden; d.h. Vektoren des orientierbaren Werkzeugträgers sind unabhängig von der Bearbeitungsebene.

Hinweis

Häufig wird es beim Einsatz orientierbarer Werkzeugträger sinnvoll sein, alle Werkzeuge für ein nicht gespiegeltes Grundsystem zu definieren, auch diejenigen, die nur bei Spiegelbearbeitung verwendet werden. Bei Bearbeitung mit gespiegelten Achsen wird dann der Werkzeugträger so gedreht, dass die tatsächliche Lage des Werkzeugs richtig beschrieben wird. Alle Werkzeuglängenkomponenten wirken dann automatisch in der richtigen Richtung, so dass sich eine Steuerung der Bewertung einzelner Komponenten über Settingdaten abhängig vom Spiegelungszustand einzelner Achsen erübrigt.

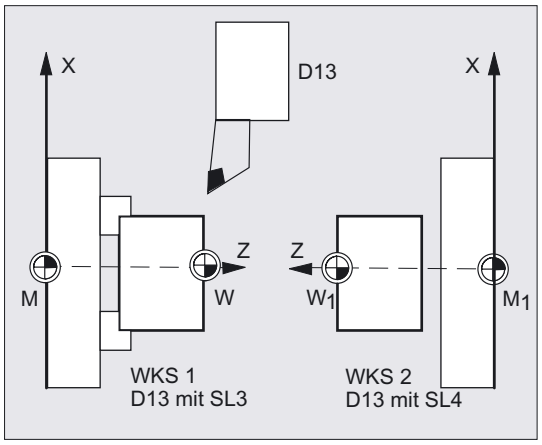
Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Die Verwendung der Funktionalität orientierbarer Werkzeugträger kann auch dann sinnvoll sein, wenn an der Maschine physikalisch keine Möglichkeit vorgesehen ist, Werkzeuge zu drehen, Werkzeuge aber mit verschiedenen Orientierungen fest installiert sind. Die Werkzeugvermaßung kann dann einheitlich in einer Grundorientierung vorgenommen werden, und die für die Bearbeitung relevanten Maße ergeben sich durch Drehungen eines virtuellen Werkzeugträgers.

8.17.1 Werkzeuglängen spiegeln

Funktion

Mit gesetzten Settingdaten SD 42900 MIRROR_TOOL_LENGTH und SD 42910 MIRROR_TOOL_WEAR ungleich Null können Sie Werkzeuglängenkomponenten und Komponenten der Basismaße mit Verschleißwerten deren zugehörigen Achsen spiegeln.



Parameter

SD 42900 MIRROR_TOOL_LENGTH

Settingdatum **ungleich** Null:

Es werden die Werkzeuglängenkomponenten ($TC_DP3, $TC_DP4 und $TC_DP5) und die Komponenten der Basismaße ($TC_DP21, $TC_DP22 und $TC_DP23), deren zugehörige Achsen gespiegelt sind, ebenfalls gespiegelt - durch Vorzeicheninvertierung.

Die Verschleißwerte werden **nicht** mitgespiegelt. Sollen diese ebenfalls gespiegelt werden, muss das Settingdatum $SC_MIRROR_TOOL_WEAR gesetzt sein.

SD 42910 MIRROR_TOOL_WEAR

Settingdatum **ungleich** Null:
Es werden die Verschleißwerte der Werkzeuglängenkomponenten, deren zugehörige Achsen gespiegelt sind, ebenfalls gespiegelt - durch Vorzeicheninvertierung.

8.17.2 Vorzeichenbewertung Verschleiß

Funktion

Mit gesetzten Settingdaten SD 42920 WEAR_SIGN_CUTPOS und SD 42930 WEAR_SIGN ungleich Null können Sie die Vorzeichenbewertung der Verschleißkomponenten invertieren.

Parameter

SD 42920 WEAR_SIGN_CUTPOS

Settingdatum **ungleich** Null:
Bei Werkzeugen mit relevanter Schneidenlage (Dreh- und Schleifwerkzeuge, Werkzeugtypen 400) hängt die Vorzeichenbewertung der Verschleißkomponenten in der Bearbeitungsebene von der Schneidenlage ab. Bei Werkzeugtypen ohne relevanter Schneidenlage ist dieses Settingdatum bedeutungslos.

In folgender Tabelle sind die Maße durch ein X gekennzeichnet, deren Vorzeichen über das SD 42920 (ungleich 0) invertiert wird:

Schneidenlage	**Länge 1**	**Länge 2**
1		
2		X
3	X	X
4	X	
5		
6		
7		X
8	X	
9		

Hinweis

Die Vorzeichenbewertung durch SD 42920 und 42910 sind voneinander unabhängig. Wenn z. B. das Vorzeichen einer Maßangabe durch beide Settingdaten geändert wird, bleibt das resultierende Vorzeichen unverändert.

`SD 42930 WEAR_SIGN`

Settingdatum **ungleich** Null:
Das Vorzeichen aller Verschleißmaße wird invertiert. Es wirkt sowohl auf die Werkzeuglänge als auch auf die übrigen Größen wie Werkzeugradius, Verrundungsradius usw.

Wird ein positives Verschleißmaß eingegeben, wird somit das Werkzeug "kürzer" und "dünner", siehe Kapitel "Werkzeugkorrektur, Sonderbehandlung", Wirksamwerden der veränderten Settingdaten".

8.17.3 Koordinatensystem der aktiven Bearbeitung (TOWSTD/TOWMCS/TOWWCS/TOWBCS/TOWTCS/TOWKCS)

Funktion

Abhängig von der Kinematik der Maschine oder vom Vorhandensein eines orientierbaren Werkzeugträgers werden die in einem dieser Koordinatensysteme gemessenen Verschleißwerte in ein geeignetes Koordinatensystem überführt bzw. transformiert.

Programmierung

`TOWSTD`

oder

`TOWMCS`

oder

`TOWWCS`

oder

`TOWBCS`

oder

`TOWTCS`

oder

`TOWKCS`

Parameter

Koordinatensysteme der aktiven Bearbeitung

Aus den folgenden Koordinatensystemen können Offsets der Werkzeuglänge hervorgehen, welche die Werkzeuglängenkomponente Verschleiß über den entsprechenden G-Code der Gruppe 56 in ein aktives Werkzeug eingerechnet werden.

1. Maschinenkoordinatensystem (MKS)
2. Basiskoordinatensystem (BKS)
3. Werkstückkoordinatensystem (WKS)
4. Werkzeugkoordinatensystem (TCS)
5. Werkzeugkoordinatensystem der kinematischen Transformation (KCS)

TOWSTD	Grundstellungswert für Korrekturen in der Werkzeuglänge Verschleißwert
TOWMCS	Korrekturen in der Werkzeuglänge im MKS
TOWWCS	Korrekturen in der Werkzeuglänge im WKS
TOWBCS	Korrekturen in der Werkzeuglänge im BKS
TOWTCS	Korrekturen der Werkzeuglänge am Werkzeugträgerbezugspunkt (orientierbarer Werkzeugträger)
TOWKCS	Korrekturen der Werkzeuglänge des Werkzeugkopfes (kinematischer Transformation)

Beschreibung

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale dargestellt:

G-Code	**Verschleißwert**	**Aktiver orientierbarer Werkzeugträger**
TOWSTD	Grundstellungswert, Werkzeuglänge	Verschleißwerte unterliegen der Drehung
TOWMCS	Verschleißwert Im MKS. TOWMCS ist mit TOWSTD identisch wenn kein orientierbarer WZ-Träger aktiv ist	Es dreht nur der Vektor der resultierenden Werkzeuglänge ohne Berücksichtigung des Verschleißes
TOWWCS	Der Verschleißwert wird Im WKS auf das MKS umgerechnet	Der Werkzeugvektor wird ohne Berücksichtigung des Verschleißes wie bei TOWMCS berechnet
TOWBCS	Der Verschleißwert wird Im BKS auf das MKS umgerechnet	Der Werkzeugvektor wird ohne Berücksichtigung des Verschleißes wie bei TOWMCS berechnet
TOWTCS	Der Verschleißwert wird Im Werkzeugkoordinatensystem auf das MKS umgerechnet	Der Werkzeugvektor wird ohne Berücksichtigung des Verschleißes wie bei TOWMCS berechnet

TOWWCS , TOWBCS, TOWTCS: Der Verschleißvektor wird zum Werkzeugvektor addiert.

Lineare Transformation

Die Werkzeuglänge ist im MKS nur sinnvoll definierbar, wenn das MKS aus dem BKS durch eine lineare Transformation hervorgeht.

Nicht lineare Transformation

Ist z. B. mit TRANSMIT eine nicht lineare Transformation aktiv, dann wird bei Angabe des MKS als gewünschtes Koordinatensystem automatisch das BKS verwendet.

Keine kinematische Transformation und kein orientierbarer Werkzeugträger

Ist weder eine kinematische Transformation noch ein orientierbarer Werkzeugträger aktiv, dann fallen bis auf das WKS alle weiteren vier Koordinatensysteme zusammen. Damit unterscheidet sich nur das WKS von den übrigen. Da ausschließlich Werkzeuglängen zu bewerten sind, haben Translationen zwischen den Koordinatensystemen keine Bedeutung.

Literatur

Weitere Informationen zur Werkzeugkorrektur entnehmen Sie bitte:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

Einrechnung der Verschleißwerte

Das Settingdatum **SD 42935 WEAR_TRANSFORM** legt fest, welche der drei Verschleißkomponenten

1. Verschleiß
2. Summenkorrekturen fein
3. Summenkorrekturen grob

einer Drehung durch eine Adaptertransformation oder einen orientierbaren Werkzeugträger unterworfen werden soll, wenn einer der folgenden G-Codes aktiv ist.

- TOWSTD Grundstellung
  für Korrekturen in der Werkzeuglänge
- TOWMCS Verschleißwerte
  im Maschinenkoordinatesystem (MKS)
- TOWWCS Verschleißwerte
  im Werkstückkoordinatesystem (WKS)
- TOWBCS Verschleißwerte (BKS)
  im Basiskoordinatesystem
- TOWTCS Verschleißwerte im Werkzeugkoordinatesystem an der Werkzeughalteraufnahme (T Werkzeugträgerbezug)
- TOWKCS Verschleißwerte im Koordinatesystem des Werkzeugkopfes bei kinetischer Transformation

Hinweis

Die Bewertung der einzelnen Verschleißkomponenten (Zuordnung zu den Geometrieachsen, Vorzeichenbewertung) wird beeinflusst durch die

- aktive Ebene

- Adaptertransformation und

- folgenden Settingdaten:
  SD 42910: MIRROW_TOOL_WEAR
  SD 42920: WEAR_SIGN_CUTPOS
  SD 42930: WEAR_SIGN
  SD 42940: TOOL_LENGTH_CONST
  SD 42950: TOOL_LENGTH_TYPE

8.17.4 Werkzeuglänge und Ebenenwechsel

Funktion

Mit gesetzten Settingdaten SD 42940 TOOL_LENGTH_CONST ungleich Null können Sie Werkzeuglängenkomponenten wie Länge, Verschleiß und Basismaß zu den Geometrieachsen für Dreh- und Schleifwerkzeuge bei einen Ebenenwechsel zuordnen.

Parameter

`SD 42940 TOOL_LENGTH_CONST`

Settingdatum **ungleich** Null:
Die Zuordnung der Werkzeuglängenkomponenten (Länge, Verschleiß und Basismaß) zu den Geometrieachsen beim Wechsel der Bearbeitungsebene (G17–G19) wird nicht verändert.

Folgende Tabelle zeigt die Zuordnung der Werkzeuglängenkomponenten zu den Geometrieachsen für Dreh- und Schleifwerkzeuge (WZ-Typ 400 bis 599):

Inhalt	Länge 1	Länge 2	Länge 3
17	Y	X	Z
*)	X	Z	Y
19	Z	Y	X
-17	X	Y	Z
-18	Z	X	Y
-19	Y	Z	X

*) Jeder Wert ungleich 0, der nicht gleich einem der sechs aufgeführten Werte ist, wird wie der Wert 18 bewertet.

Folgende Tabelle zeigt die Zuordnung der Werkzeuglängenkomponenten zu den Geometrieachsen für alle anderen Werkzeuge (WZ-Typ < 400 bzw. > 599):

Bearbeitungsebene	Länge 1	Länge 2	Länge 3
*)	Z	Y	X
18	Y	X	Z
19	X	Z	Y
-17	Z	X	Y
-18	Y	Z	X
-19	X	Y	Z

*) Jeder Wert ungleich 0, der nicht gleich einem der sechs aufgeführten Werte ist, wird wie der Wert 17 bewertet.

Hinweis

Bei der Darstellung in den Tabellen wird davon ausgegangen, dass die Geometrieachsen bis 3 mit X, Y, Z bezeichnet werden. Für die Zuordnung einer Korrektur zu einer Achse ist nicht der Achsbezeichner, sondern die Achsreihenfolge maßgebend.

8.18 Werkzeuge mit relevanter Schneidenlänge

Funktion

Bei Werkzeugen mit relevanter Schneidenlage (Dreh- und Schleifwerkzeuge, Werkzeugtypen 400-599; siehe Kapitel "Vorzeichenbewertung Verschleiß" wird ein Wechsel von G40 nach G41/G42 bzw. umgekehrt wie ein Werkzeugwechsel betrachtet. Dies führt bei aktiver Transformation (z. B. TRANSMIT) zu einem Vorlaufstopp (Decodierungsstopp) und damit ggf. zu Abweichungen von der beabsichtigten Teilekontur.

Diese ursprüngliche Funktionalität ändert sich hinsichtlich:

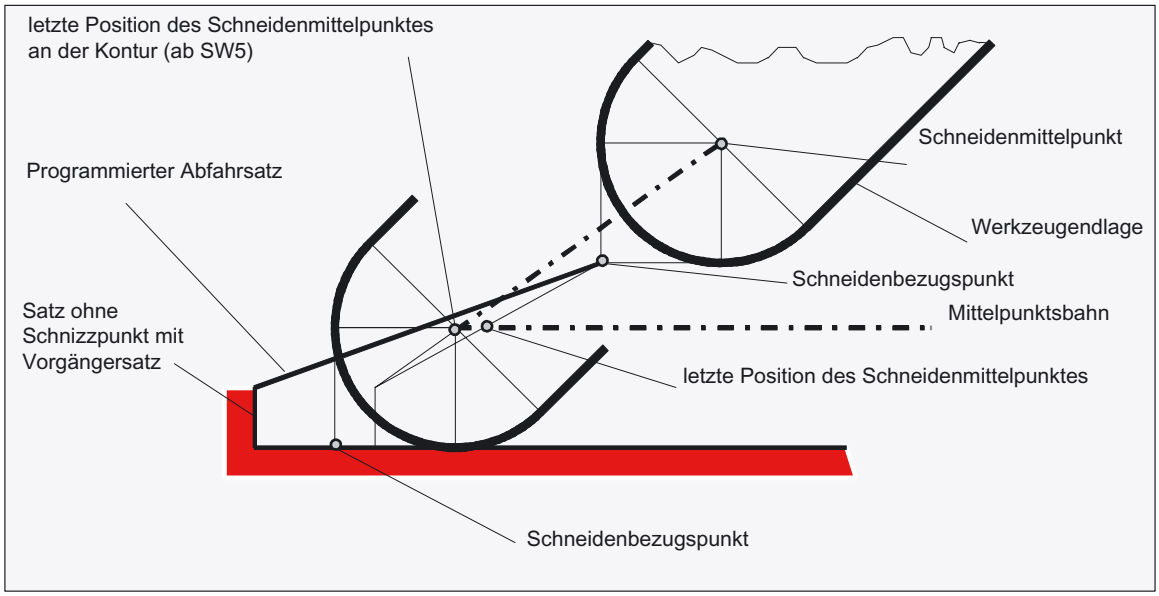
1. Vorlaufstopp bei TRANSMIT
2. Berechnung von Schnittpunkten beim An- bzw. Abfahren mit KONT
3. Wechsel eines Werkzeugs bei aktiver Werkzeugradiuskorrrektur
4. Werkzeugradiuskorrektur mit variabler Werkzeugorientierung bei Transformation

Beschreibung

Diese ursprüngliche Funktionalität wurde wie folgt geändert:

- Der Wechsel von G40 nach G41/G42 und umgekehrt wird nicht mehr als Werkzeugwechsel behandelt. Bei TRANSMIT kommt es deshalb nicht mehr zu einem Vorlaufstopp.
- Für die Berechnung von Schnittpunkten mit dem An- bzw. Abfahrsatz wird die Gerade zwischen den Schneidenmittelpunkten am Satzanfang und am Satzende verwendet.

Die Differenz zwischen Schneidenbezugspunkt und Schneidenmittelpunkt wird dieser Bewegung überlagert.
Beim An- bzw. Abfahren mit KONT (Werkzeug umfährt den Konturpunkt; siehe vorhergehenden Abschnitt "Kontur anfahren und verlassen") erfolgt die Überlagerung im linearen Teilsatz der An- bzw. Abfahrbewegung. Die geometrischen Verhältnisse sind deshalb bei Werkzeugen mit und ohne relevante Schneidenlage identisch. Unterschiede zum bisherigen Verhalten ergeben sich nur in den relativ seltenen Fällen, dass der An- bzw. Abfahrsatz mit einem nicht benachbarten Verfahrsatz einen Schnittpunkt bildet, siehe folgendes Bild.



- Der Wechsel eines Werkzeugs bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur, bei dem sich der Abstand zwischen Schneidenmittelpunkt und Schneidenbezugspunkt ändert, ist in Kreissätzen und in Verfahrsätzen mit rationalen Polynomen mit einem Nennergrad > 4 verboten. Bei anderen Interpolationsarten ist ein Wechsel im Gegensatz zum bisherigen Zustand auch bei aktiver Transformation (z.B. TRANSMIT) zulässig.
- Bei der Werkzeugradiuskorrektur mit variabler Werkzeugorientierung ist die Transformation vom Schneidenbezugspunkt auf den Schneidenmittelpunkt nicht mehr durch eine einfache Nullpunktverschiebung realisierbar. Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage werden deshalb beim 3D-Umfangsfräsen verboten (Alarm).

Hinweis

Für das Stirnfräsen ist das Thema nicht relevant, da hier ohnehin auch bisher nur definierte Werkzeugtypen ohne relevante Schneidenlage zugelassen sind. (Werkzeuge mit einem nicht ausdrücklich zugelassenen Werkzeugtyp werden als Kugelkopffräser mit dem angegebenen Radius behandelt. Die Angabe einer Schneidenlage wird ignoriert.)

Zusatzfunktionen

9

9.1 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.

Funktionsausgaben

Folgende Funktionen können an die speicherprogrammierbare Steuerung übertragen werden:

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

Für die genannten Funktionen lässt sich festlegen, ob sie während des Bearbeitungsablaufes übertragen werden und welche Reaktionen ausgelöst werden sollen.

Für jede Funktionsgruppe oder Einzelfunktion wird mit Maschinendaten festgelegt, ob die Ausgabe

- vor der Verfahrbewegung,
- mit der Verfahrbewegung oder
- nach der Verfahrbewegung

ausgelöst wird.

Die PLC kann zu verschiedenem Quittungsverhalten für Hilfsfunktionsausgaben veranlasst werden.

Programmierung

Kennbuchstabe[Adresserweiterung]=Wert

Die zulässigen Kennbuchstaben für Hilfsfunktionen sind:

`M`

oder

`S`

oder

`H`

oder

`T`

oder

`D`

oder

`DL`

oder

`F`

Parameter

In der folgenden Tabelle finden Sie Angaben über die Bedeutung und Wertebereiche für die Adresserweiterung und den Wert bei der Hilfsfunktionsausgabe. Außerdem wird die zulässige Anzahl der Hilfsfunktionen eines Typs pro Satz angegeben.

Übersicht Hilfsfunktionen, Programmierung							
Funk-tion	**Adresserweiterung** (ganzzahlig)		**Wert**			**Erklärungen**	**Anzahl pro Satz**
	Bedeu-tung	**Bereich**	**Bereich**	**Typ**	**Bedeutung**		
M	-	implizit 0	0 - 99	INT	Funktion	Für den Bereich des Wertes zwischen 00 und 99 ist die Adresserweiterung 0. Zwingend ohne Adresserweiterung M0, M1, M2, M17, M30	5
	Spindel-Nr.	1 - 12	1 - 99		Funktion	M3, M4, M5, M19, M70 mit Adresserweiterung Spindel-Nr., z. B. M5 für Spindel 2: M2=5. Ohne Spindelangabe wird Masterspindel benutzt.	
	Beliebig	0 - 99	100 - (Max. INT-Wert)		Funktion	Anwender-M-Funktion	
S	Spindel-Nr.	1 - 12	0 - ±3.4028 ex 38	REAL	Drehzahl	Ohne Spindel-Nr für Masterspindel	3
H	beliebig	0 - 99	±(Max. INT-Wert) ±3.4028 ex 38	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 Werkzeug namen bei aktiver WZV)	INT	Werkzeug-wahl	Werkzeugnamen gehen nicht an die PLC-Schnittstelle.	1
D			0 - 9	INT	Werkzeug-korrektur-wahl	D0 Abwahl, Vorbesetzung D1	1
DL	ortsab-hängige Korrektur	1 - 6	±3.4028 ex 38	REAL	Siehe Werkzeug-feinkorrek-turwahl /FBW/	Bezieht sich auf zuvor gewählte D-Nummer	1
F	Bahnvor-schub	0	0.001 - 999 999,999	REAL	Bahnvor-schübe		6
(FA)	Achs-Nr.	1 - 31	0.001 - 999 999,999		Achsvor-schübe		

Die höchste Anzahl eines Typs laut Tabelle darf nicht überschritten werden.

Beispiel

```
M=QU(…)
H=QU(…)
```

```
N10 H=QU(735)                                ;Schnelle Ausgabe für H735
N10 G1 F300 X10 Y20 G64
N20 X8 Y90 M=QU(7)
```

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.

Beschreibung

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. Siehe /FBSY/.

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.

Quittungen Schnelle Funktionsausgaben, QU

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

Maschinenhersteller

Für die Funktion "Schnelle Funktionsausgaben" müssen entsprechende MD gesetzt sein, siehe /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Hilfsfunktionsausgabe an PLC (H2)

Funktionsausgaben bei Fahrbewegungen

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

Schnelle Quittung ohne Satzwechselverzögerung

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

Hilfsfunktionsausgabe	Verhalten
vor Bewegung	Der Satzübergang zwischen Sätzen mit schnellen Hilfsfunktionen erfolgt **ohne** Unterbrechung und **ohne** Geschwindigkeitsreduzierung. Die Ausgabe der Hilfsfunktionen erfolgt im ersten Interpolationstakt des Satzes. Der Folgesatz wird ohne Quittungsverzögerung abgefahren.
während Bewegung	Der Satzübergang zwischen Sätzen mit schnellen Hilfsfunktionen erfolgt **ohne** Unterbrechung und **ohne** Geschwindigkeitsreduzierung. Die Ausgabe der Hilfsfunktionen erfolgt während des Satzes. Der Folgesatz wird ohne Quittungsverzögerung abgefahren.
nach Bewegung	Die Bewegung kommt am Ende des Satzes zum Stillstand. Die Ausgabe der Hilfsfunktionen erfolgt am Satzende. Der Folgesatz wird ohne Quittungsverzögerung abgefahren.



Vorsicht

Funktionsausgaben im Bahnsteuerbetrieb

Funktionsausgaben **vor** den Verfahrbewegungen unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb (G64/G641) und erzeugen für den vorherigen Satz einen Genauhalt.

Funktionsausgaben **nach** den Verfahrbewegungen unterbrechen den Bahnsteuerbetrieb (G64/G641) und erzeugen für den aktuellen Satz einen Genauhalt.

Wichtig: Das Warten auf ein ausstehendes Quittungssignal von der PLC kann ebenfalls zur Unterbrechung des Bahnsteuerbetriebs führen, z. B. M-Befehlsfolgen in Sätzen mit extrem kurzen Bahnweglängen.

9.1.1 M-Funktionen

Funktion

Mit den M-Funktionen können z. B. Schalthandlungen, wie "Kühlmittel EIN/AUS" und sonstige Funktionalitäten, an der Maschine ausgelöst werden. Ein geringer Teil der M-Funktionen wird vom Steuerungshersteller mit einer festen Funktionalität belegt (siehe Liste der vordefinierten M-Funktionen).

Programmierung

`M...` Mögliche Werte. 0 bis 9999 9999 (Max. INT-Wert), ganzzahlig

Parameter

Liste der vordefinierten M-Funktionen

M0*	Programmierter Halt 1
M1*	Wahlweiser Halt
M2*	Programmende Hauptprogramm mit Rücksetzen auf Programmanfang
M30*	Programmende, wie M2
M17*	Unterprogrammende
M3	Spindel Rechtslauf
M4	Spindel Linkslauf
M5	Spindel Halt
M6	Werkzeugwechsel (Standardeinstellung)
M70	Spindel wird in den Achsbetrieb geschaltet
M40	Automatische Getriebeschaltung
M41	Getriebestufe 1
M42	Getriebestufe 2
M43	Getriebestufe 3
M44	Getriebestufe 4
M45	Getriebestufe 5

Achtung

Für die mit * gekennzeichneten Funktionen ist die erweiterte Adressschreibweise nicht zulässig.

Die Befehle M0, M1, M2, M17 und M30 werden immer **nach** der Verfahrbewegung ausgelöst.

Maschinenhersteller

Alle freien M-Funktionsnummern können vom Maschinenhersteller belegt werden. Beispielsweise mit Schaltfunktionen zur Steuerung von Spannvorrichtungen oder zum Ein-/Ausschalten weiterer Maschinenfunktionen usw.

Siehe Angaben des Maschinenherstellers.

Beispiel

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

Vordefinierte M-Befehle

Einige für den Programmablauf wichtige M-Funktionen sind im Standardumfang der Steuerung bereits vorbelegt:

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
- VDI-Schnittstelle.

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

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

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

Programmende, M2, M17, M30

Ein Programm wird mit M2, M17 oder M30 beendet und auf den Programmanfang zurückgesetzt. Wird das Hauptprogramm aus einem anderen Programm (als Unterprogramm) aufgerufen, wirkt M2/M30 wie M17 und umgekehrt, d. h. M17 wirkt im Hauptprogramm wie M2/M30.

Spindelfunktionen, M3, M4, M5, M19, M70

Für alle Spindelfunktionen gilt die erweiterte Adressschreibweise mit Angabe der Spindelnummer.

Beispiel: **M2=3** bedeutet Spindeldrehung rechts für die zweite Spindel. Ist keine Adresserweiterung programmiert, gilt die Funktion für die Masterspindel.

9.1.2 H-Funktionen

Funktion

Mit H-Funktionen können Informationen an die PLC (speicherprogrammierbare Steuerung) übertragen werden, um bestimmte Schalthandlungen auszulösen. H-Funktionen sind REAL-Werte.

In einem NC-Satz können maximal 3 H-Funktionen programmiert werden.

Maschinenhersteller

Die Bedeutung der Funktionen wird vom Maschinenhersteller festgelegt.

Programmierung

```
N10 G0 X20 Y50 H3=-11.3
```

Rechenparameter und Programmsprünge 10

10.1 Rechenparameter (R)

Funktion

Soll ein NC-Programm nicht nur für einmalig festgelegte Werte gelten, oder müssen Sie Werte berechnen, dann können hierzu Rechenparameter eingesetzt werden. Benötigte Werte können beim Programmlauf durch die Steuerung berechnet oder gesetzt werden. Eine andere Möglichkeit besteht im Setzen der Rechenparameterwerte durch Bedienung. Sind die Rechenparameter mit Werten besetzt, können sie im Programm anderen NC-Adressen zugewiesen werden, die im Wert flexibel sein sollen.

Programmierung

```
Rn=...
```

Parameter

R	Rechenparameter
n	Nummer des Rechenparameters, n= 0 bis max. Max siehe Maschinendatum bzw. Maschinenhersteller, Standard: max = 0-99
Wertebereich	±(0.000 0001 ... 9999 9999) (8 Dezimalstellen und Vorzeichen und Dezimalpunkt) können den Rechenparametern zugewiesen werden.

Maschinenhersteller

Die Anzahl der R-Parameter wird über Maschinendatum eingestellt bzw. siehe Angaben des Maschinenherstellers.

Beispiel R-Parameter

```
N10 R1= R1+1                                    ;das neue R1 ergibt sich aus dem
                                                ;alten R1 plus 1
N20 R1=R2+R3 R4=R5-R6 R7=R8* R9 R10=R11/R12
N30 R13=SIN(25.3)                               ;R13 ergibt Sinus von 25,3 Grad
N40 R14=R1*R2+R3                                ;Punkt- geht vor Strichrechnung
                                                ;R14=(R1*R2)+R3
N50 R14=R3+R2*R1                                ;Ergebnis, wie Satz N40
N60 R15=SQRT(R1*R1+R2*R2)                       ;Bedeutung: R15=Quadratwurzel aus
                                                ;R1^2+R2^2
```

Beispiel Zuweisung von Achswerten

```
N10 G1 G91 X=R1 Z=R2 F300
N20 Z=R3
N30 X=-R4
N40 Z=-R5
...
```

Wertzuweisung

Den Rechenparametern können Sie Werte im folgenden Bereich zuweisen:

±(0.000 0001 ... 9999 9999) (8 Dezimalstellen und Vorzeichen und Dezimalpunkt)

- Bei ganzzahligen Werten kann der Dezimalpunkt entfallen.
- Ein positives Vorzeichen kann stets entfallen.

Beispiel:

R0=3.5678 R1=-37.3 R2=2 R3=-7

R4=-45678.1234

Mit der Exponentialschreibweise kann ein erweiterter Zahlenbereich zugewiesen werden:

Beispiel:

$\pm (10^{-300} ... 10^{+300})$

Der Wert des Exponenten wird nach den Zeichen EX geschrieben; maximale Gesamtzeichenzahl: 10 (einschließlich der Vorzeichen und Dezimalpunkt)

Wertebereich von EX: -300 bis +300

Beispiel:

R0=-0.1EX-5 ;Bedeutung: R0 = -0,000 001

R1=1.874EX8 ;Bedeutung: R1 = 187 400 000

Hinweis

In einem Satz können mehrere Zuweisungen erfolgen; auch Zuweisung von Rechenausdrücken.

Die Wertzuweisung muss in einem eigenen Satz erfolgen.

Zuweisungen zu anderen Adressen

Die Flexibilität eines NC-Programms entsteht dadurch, dass anderen NC-Adressen diese Rechenparameter oder Rechenausdrücke mit Rechenparametern zugewiesen werden. Es können allen Adressen Werte, Rechenausdrücke oder Rechenparameter zugewiesen werden; Ausnahme: Adresse N, G und L.

Bei der Zuweisung schreiben Sie nach dem Adresszeichen das Zeichen " = ". Eine Zuweisung mit negativem Vorzeichen ist möglich. Erfolgen Zuweisungen an Achsadressen (Verfahranweisungen), dann ist hierfür ein eigener Satz notwendig.

Beispiel:

N10 G0 X=R2 ;Zuweisung zur X-Achse

Rechenoperationen/-funktionen

Bei Anwendung der Operatoren/Rechenfunktionen ist die übliche mathematische Schreibweise einzuhalten. Prioritäten der Abarbeitung werden durch runde Klammern gesetzt. Ansonsten gilt Punkt- vor Strichrechnung. Für die trigonometrischen Funktionen gilt die Gradangabe.

10.2 Unbedingte Programmsprünge

Funktion

Standardmäßig arbeiten Hauptprogramme, Unterprogramme, Zyklen und Interrupt-Routinen die Sätze in der Reihenfolge ab, in der sie programmiert wurden. Durch Programmsprünge kann diese Reihenfolge geändert werden.

Programmierung

`GOTOB` <Sprungzielangabe>

`GOTOF` <Sprungzielangabe>

`GOTO/GOTOC` <Sprungzielvariable>

Parameter

`GOTOB`	"Sprunganweisung" mit Sprungziel rückwärts (Richtung Programmanfang)
`GOTOF`	Sprunganweisung mit Sprungziel vorwärts (Richtung Programmende)
`GOTO`	Sprunganweisung mit Sprungzielsuche erst vorwärts und anschließend rückwärts (Richtung erst zum Programmende und dann zum Programmanfang)
`GOTOC`	Alarm 14080 "Sprungziel nicht gefunden" unterdrücken. Sprunganweisung mit Sprungzielsuche erst vorwärts und anschließend rückwärts (Richtung erst zum Programmende und dann zum Programmanfang)

<Sprungzielangabe>	Sprungzielparameter für Label, Satznummer, oder Stringvariable
Label	Sprungziel beim Sprungbefehl
Label:	Markierung des Sprungziels innerhalb des Programms
Satznummer	Sprungziel als Haupt- oder Nebensatznummer (z. B.: 200, N300)
Stringvariable	Variable vom Typ String, die ein Label oder eine Satznummer enthält.

Beispiel

Achse U: Palettenspeicher, Transport der Werkstückpalette in den Arbeitsraum

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

```
N10 …
N20 GOTOF MARKE_0                          ;Sprung vorwärts zu MARKE_0
N30 …
N40 MARKE_1: R1=R2+R3                      ;Sprungziel MARKE_1
N50 …
N60 MARKE_0:                               ;Sprungziel MARKE_0
N70 …
N80 GOTOB MARKE_1                          ;Sprung rückwärts zu MARKE_1
N90 …
```

Beschreibung

In einem Programm können Sprungziele mit benutzerdefinierten Namen festgelegt werden. Von anderen beliebigen Stellen innerhalb desselben Programms kann mit dem Befehl GOTOF bzw. GOTOB zu einem Sprungziel verzweigt werden. Das Programm setzt dann die Abarbeitung mit der Anweisung fort, die unmittelbar nach dem Sprungziel folgt.

Sprungziel nicht gefunden

Wird das Suchziel nicht gefunden, wird die Programmbearbeitung mit dem Alarm 14080 "Sprungziel nicht gefunden" abgebrochen. Mit dem Befehl GOTOC wird dieser Alarm unterdrückt. Die Programmbearbeitung wird mit der auf den Befehl GOTOC folgenden Programmzeile fortgesetzt.

Sprungziel rückwärts

Sprung mit Label
Label_1: ;Sprungziel
....
GOTOB Label_1

Sprungziel vorwärts

Sprung mit Satznummer
GOTOF N100
....
N100 ;Sprungziel

Indirekte Sprünge

```
Sprung auf Satznummer
N5 R10=100
N10 GOTOF "N"<<R10 ;Sprung auf den Satz, dessen Satznummer in R10 steht
N90
N100 ;Sprungziel
N110
```

```
Sprung auf Labels
DEF STRING[20] ZIEL
ZIEL = "Marke2" ;Sprung mit variablem Sprungziel
GOTOF ZIEL
Marke1: T="Bohrer1"
....
Marke2: T="Bohrer2" ;Sprungziel
```

Hinweis

Der unbedingte Sprung muss in einem separaten Satz programmiert werden.

Bei Programmen mit unbedingten Sprüngen muss das Programmende M2/M30 nicht zwangsläufig am Programmende stehen.

10.3 Bedingte Programmsprünge (IF, GOTOB, GOTOF, GOTO, GOTOC)

Funktion

Unter Verwendung von IF-Anweisungen können Sprungbedingungen formuliert werden. Der Sprung zu dem programmierten Sprungziel erfolgt nur dann, wenn die Sprungbedingung erfüllt ist.

Programmierung

`IF Ausdruck GOTOB` <Sprungzielangabe>

oder

`IF Ausdruck GOTOF` <Sprungzielangabe>

oder

`IF Ausdruck GOTO/GOTOC` <Sprungzielangabe

Parameter

IF	Schlüsselwort für Bedingung
GOTOB	"Sprunganweisung" mit Sprungziel rückwärts (Richtung Programmanfang)
GOTOF	Sprunganweisung mit Sprungziel vorwärts (Richtung Programmende)
GOTO	Sprunganweisung mit Sprungzielsuche erst vorwärts und anschließend rückwärts (Richtung erst zum Programmende und dann zum Programmanfang)
GOTOC	Alarm 14080 "Sprungziel nicht gefunden" unterdrücken. Sprunganweisung mit Sprungzielsuche erst vorwärts und anschließend rückwärts (Richtung erst zum Programmende und dann zum Programmanfang)
<Sprungzielangabe>	Sprungzielparameter für Label, Satznummer, oder Stringvariable
Label	Sprungziel beim Sprungbefehl
Label:	Markierung des Sprungziels innerhalb des Programms
Satznummer	Sprungziel als Haupt- oder Nebensatznummer (z. B.: 200, N300)
Stringvariable	Variable vom Typ String, die ein Label oder eine Satznummer enthält.

Vergleichs- und logische Operanden

Die Sprungbedingung lässt alle Vergleichs- und logischen Operationen zu (Ergebnis: TRUE oder FALSE). Der Programmsprung wird ausgeführt, wenn das Ergebnis dieser Operation TRUE ist.

Sprungziel kann nur ein Satz mit Label oder Satznummer sein, der innerhalb des Programms liegt.

Hinweis

Es können mehrere bedingte Sprünge in einem Satz formuliert werden.

==	gleich
<>	ungleich
>	größer
<	kleiner
>=	größer oder gleich
<=	kleiner oder gleich

Hinweis

Weitere Informationen hierzu, siehe unter
/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Flexible NC-Programmierung"

Beispiel

```
N40 R1=30 R2=60 R3=10 R4=11 R5=50 R6=20          ;Zuweisung der Anfangswerte
N41 MA1: G0 X=R2*COS(R1)+R5 ->                   ;Rechnung und Zuweisung zu
-> Y=R2*SIN(R1)+R6                               ;Achsadresse
N42 R1=R1+R3 R4=R4-1                             ;Angabe von Variablen
N43 IF R4>0 GOTOB MA1                            ;Sprunganweisung mit Label
N44 M30                                          ;Programmende
```

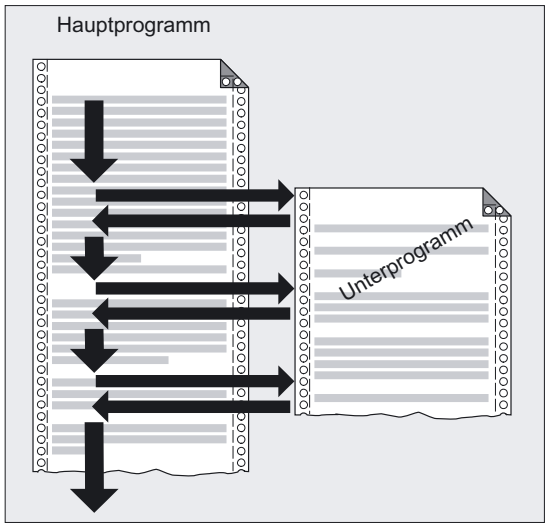
Unterprogrammtechnik und Programmteilwiederholung

11

11.1 Einsatz von Unterprogrammen

Funktion

Im Prinzip ist ein Unterprogramm aufgebaut wie ein Teileprogramm. Es setzt sich aus NC-Sätzen mit Fahr- und Schaltbefehlen zusammen. Prinzipiell besteht zwischen Haupt- und Unterprogramm kein Unterschied. Das Unterprogramm enthält entweder Arbeitsabläufe oder Arbeitsabschnitte, die mehrfach durchlaufen werden sollen.



Parameter

M17	Ende des Unterprogramms, R¸ckkehr in das aufrufende Programm.
RET	Unterprogrammende wenn der Bahnsteuerbetrieb durch die R¸ckkehr **nicht** unterbrochen werden soll. RET erfordert einen eigenen Satz.
M30	Das im Hauptprogramm gesetzte Programmende M30 wird wie M17 im Unterprogramm gewertet. Ein Hauptprogramm kann hiermit als Unterprogramm aufgerufen werden.

Hinweis

Beachten Sie bitte Funktionsunterschiede der Maschine, wie z. B. Spindel Stopp bei M30!

Beispiel

```
N10 TASCHE1
```

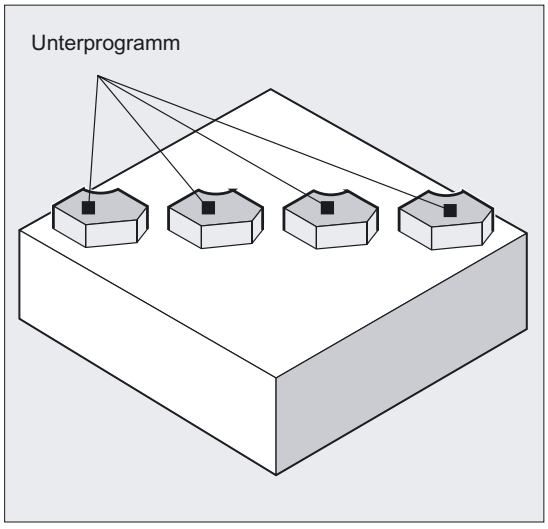
Zusätzlich besteht bei Unterprogrammen die Möglichkeit, das Adresswort L... zu verwenden. Für den Wert sind 7 Dezimalstellen (nur ganzzahlig) möglich. Beachten Sie: Führende Nullen haben bei der Adresse L Bedeutung für die Unterscheidung.

```
N10 L123
N20 L0123
N30 L00123
```

In diesem Beispiel sind es drei verschiedene Unterprogramme.

Einsatz von Unterprogrammen

Bearbeitungsfolgen, die sich immer wieder wiederholen, programmiert man nur einmal in einem Unterprogramm. Beispielsweise bestimmte Konturformen, die immer wieder vorkommen oder auch Bearbeitungszyklen. Dieses Unterprogramm kann dann in jedem beliebigen Hauptprogramm aufgerufen und abgearbeitet werden.



Aufbau des Unterprogramms

Der Aufbau des Unterprogramms ist identisch mit dem des Hauptprogramms (siehe Kapitel "Aufbau und Inhalte des NC-Programms"). Unterprogramme werden **M17-Programmende** versehen. Dies bedeutet hier die Rückkehr in die aufrufende Programmebene. Über Maschinendatum kann dieses Programmende **M17** unterdrückt werden (z. B. um Laufzeitvorteile zu erreichen).

Hinweis

Zusätzlich kann im Unterprogramm ein Programmkopf mit Parameterdefinitionen programmiert werden. Diese Programmierung beschreibt die Programmieranleitung im Teil "Arbeitsvorbereitung".

Unterprogrammende mit RET

Als Ersatz für den Rücksprung mit M17 kann im Unterprogramm auch die Anweisung **RET** verwendet werden. RET erfordert einen eigenen Satz. Die RET-Anweisung ist dann zu benutzen, wenn ein G64-Bahnsteuerbetrieb (G641, G642, G643) durch die Rückkehr **nicht** unterbrochen werden soll. Voraussetzung dafür ist, dass das Unterprogramm **kein** SAVE-Attribut besitzt.

Wird M17 in einem eigenen Satz programmiert, wird G64 unterbrochen und Genauhalt erzeugt. Abhilfe: M17 nicht alleine in einem UP-Satz schreiben, sondern mit z. B. einem Verfahrweg: G1 X=YY M17. Per Maschinendatum muss gesetzt sein: "kein M17 aus PLC".

Unterprogrammname

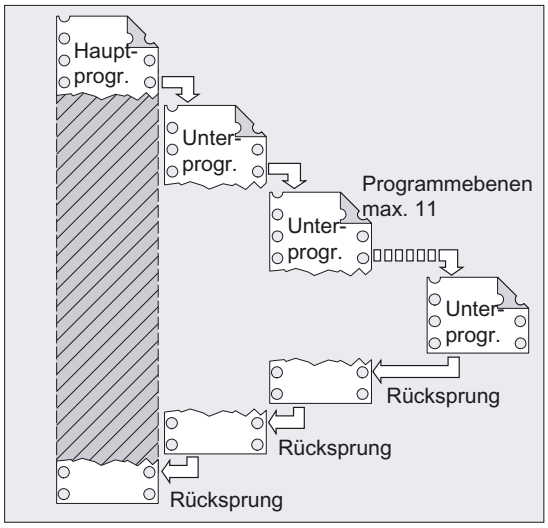
Um ein bestimmtes Unterprogramm aus mehreren auswählen zu können, bekommt das Programm einen Namen. Der Name kann beim Erstellen des Programms unter Einhaltung folgender Festlegungen frei gewählt werden:

- die ersten beiden Zeichen müssen Buchstaben sein
- sonst Buchstaben, Ziffern oder Unterstriche
- maximal 31 Zeichen verwenden
- keine Trennzeichen verwenden (siehe Kapitel "Sprachelemente der Programmiersprache")

Es gelten die gleichen Regeln wie für Hauptprogrammnamen.

Schachtelungstiefe

Unterprogramme können nicht nur im Hauptprogramm aufgerufen werden, sondern auch in einem Unterprogramm. Insgesamt stehen für einen derartigen geschachtelten Aufruf maximal **12 Programmebenen** zur Verfügung; einschließlich der Hauptprogrammierebene. Dies bedeutet: Von einem Hauptprogramm können 11 geschachtelte Unterprogrammaufrufe ausgehen.



Hinweis

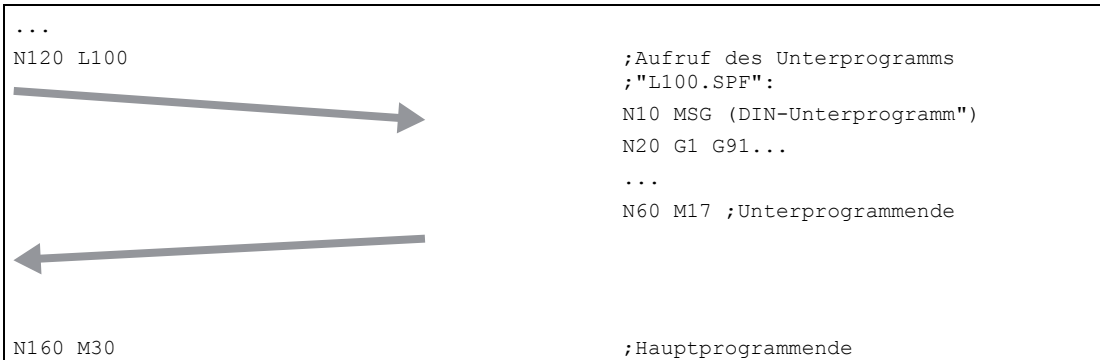
Wenn Sie mit SIEMENS Bearbeitungs- und Messzyklen arbeiten, dann werden 3 Ebenen benötigt. Soll ein Zyklus von einem Unterprogramm aufgerufen werden, dann kann der Aufruf maximal in der Ebene 9 erfolgen.

11.2 Aufruf des Unterprogramms

Funktion

Im Hauptprogramm rufen Sie das Unterprogramm entweder mit Adresse L und Unterprogrammnummer oder durch Angabe des Programmnamens auf.

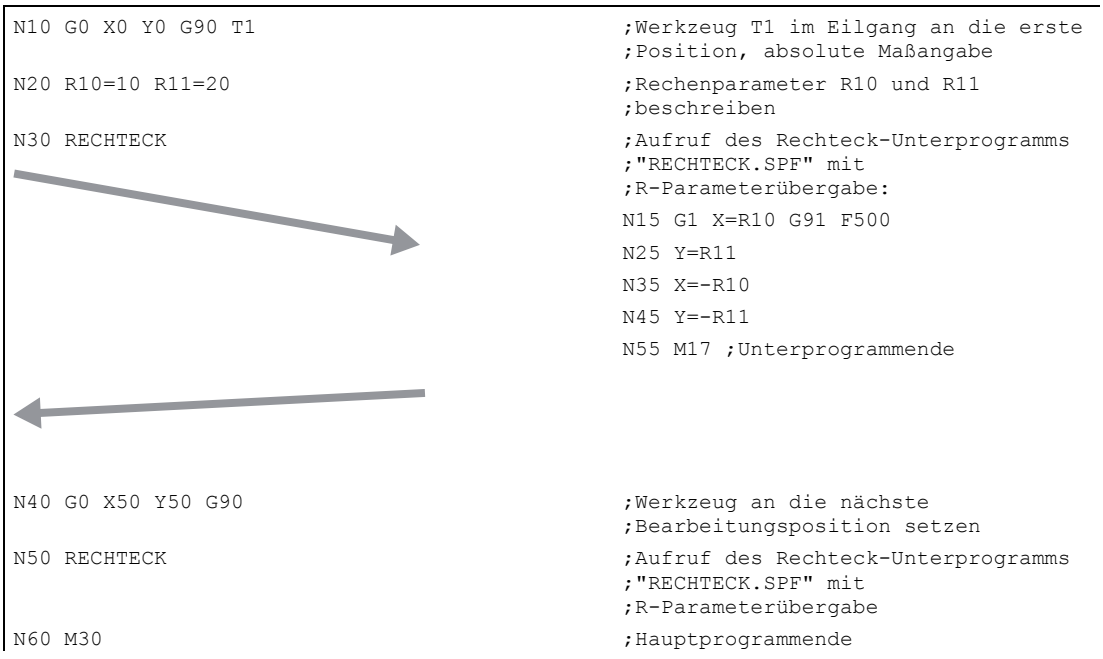
Beispiel



```
...
N120 L100                          ;Aufruf des Unterprogramms
                                   ;"L100.SPF":
                                   N10 MSG (DIN-Unterprogramm")
                                   N20 G1 G91...
                                   ...
                                   N60 M17 ;Unterprogrammende

N160 M30                           ;Hauptprogrammende
```

Beispiel R-Parameterübergabe

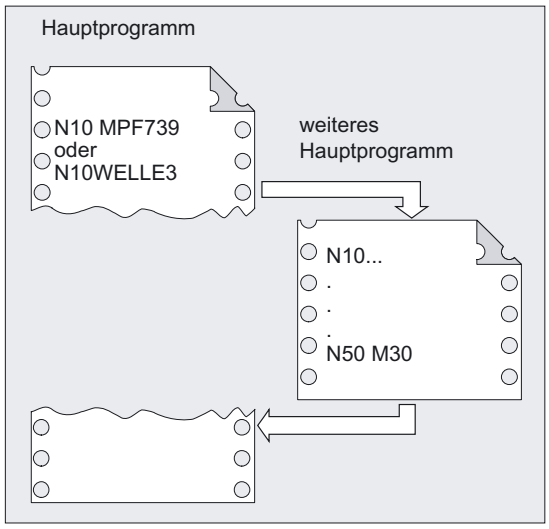


```
N10 G0 X0 Y0 G90 T1                ;Werkzeug T1 im Eilgang an die erste
                                   ;Position, absolute Maßangabe
N20 R10=10 R11=20                  ;Rechenparameter R10 und R11
                                   ;beschreiben
N30 RECHTECK                       ;Aufruf des Rechteck-Unterprogramms
                                   ;"RECHTECK.SPF" mit
                                   ;R-Parameterübergabe:
                                   N15 G1 X=R10 G91 F500
                                   N25 Y=R11
                                   N35 X=-R10
                                   N45 Y=-R11
                                   N55 M17 ;Unterprogrammende

N40 G0 X50 Y50 G90                 ;Werkzeug an die nächste
                                   ;Bearbeitungsposition setzen
N50 RECHTECK                       ;Aufruf des Rechteck-Unterprogramms
                                   ;"RECHTECK.SPF" mit
                                   ;R-Parameterübergabe
N60 M30                            ;Hauptprogrammende
```

Hauptprogramm als Unterprogramm aufrufen

Auch ein Hauptprogramm kann als Unterprogramm aufgerufen werden. Das im Hauptprogramm gesetzte Programmende M30 wird in diesem Fall wie M17 (Programmende mit Rücksprung ins aufrufende Programm) gewertet. Den Aufruf programmieren Sie durch Angabe des Programmnamens. Beispiel: N10 MPF739 oder N10 WELLE3



Entsprechend kann ein Unterprogramm auch als Hauptprogramm gestartet werden.

Hinweis

Suchstrategie der Steuerung:

Gibt es *_MPF?

Gibt es *_SPF?

Daraus folgt: Falls der Name des aufzurufenden Unterprogramms mit dem Namen des Hauptprogramms identisch ist, dann wird das aufrufende Hauptprogramm wieder aufgerufen. Dieser in der Regel nicht gewünschte Effekt muss durch eindeutige Namenswahl über Unterprogramme und Hauptprogramme vermieden werden.

Aufruf von Unterprogrammen mit der INI-Datei

Aus einer Initialisierungsdatei können Unterprogramme, die keine Parameterübergabe erfordern, aufgerufen werden:

Beispiel:

```
N10 MYINISUB1 ;Unterprogrammaufruf ohne Parameter
```

11.3 Unterprogramm mit Programmwiederholung

Funktion

Soll ein Unterprogramm mehrfach hintereinander abgearbeitet werden, kann im Satz mit dem Unterprogrammaufruf unter der Adresse P die gewünschte Anzahl der Programmwiederholungen programmiert werden.

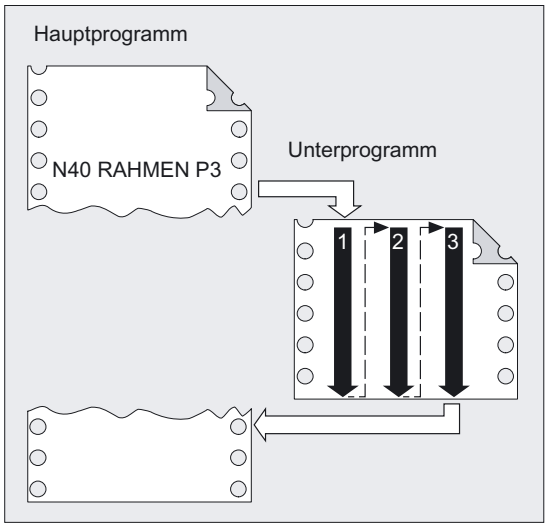
Parameter

P	Anzahl der Programmdurchläufe bzw. der Programmwiederholungen Wertebereich P: 1…9999

Beispiel

```
N40 RAHMEN P3
```

Das Unterprogramm Rahmen soll 3 mal hintereinander abgearbeitet werden.



Vorsicht

Für **jeden Unterprogrammaufruf** gilt: Der Unterprogrammaufruf muss immer im eigenen NC-Satz programmiert werden.

Unterprogrammaufruf mit Programmwiederholung und Parameterübergabe: Parameter werden nur beim Programmaufruf bzw. ersten Durchlauf übergeben. Für die weiteren Wiederholungen bleiben die Parameter unverändert. Falls Sie bei Programmwiederholungen die Parameter verändern wollen, müssen Sie im Unterprogramm entsprechende Vereinbarungen festlegen.

11.4 Programmteilwiederholung

Funktion

Gegenüber der Unterprogrammtechnik ermöglicht die Programmteilwiederholung die Wiederholung bereits geschriebener Programmteile innerhalb eines Programms in beliebiger Zusammensetzung. Dabei werden mittels Labels ein Satz oder Programmabschnitte, die wiederholt werden sollen, gekennzeichnet.

Zu Labels siehe:
Kapitel Grundlagen der NC-Programmierung, "Sprachelemente der Programmiersprache"
Literatur: /PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Flexible NC-Programmierung, Kapitel "CASE Anweisung" und "Kontrollstrukturen"

Programmierung Satz wiederholen

```
LABEL: xxx
yyy
REPEATB LABEL P=n
Zzz
```

Die mit einem beliebigen Label gekennzeichnete Programmzeile wird mit P=n mal wiederholt. Ist kein P angegeben, wird der Satz genau einmal wiederholt. Nach der letzten Wiederholung wird das Programm mit der auf die REPEATB-Zeile folgenden Zeile zzz fortgesetzt.

Der mit Label gekennzeichnete Satz kann vor oder nach der REPEATB-Anweisung stehen. Gesucht wird zunächst in Richtung Programmbeginn. Wird das Label in dieser Richtung nicht gefunden, so wird in Richtung Programmende gesucht.

Programmierung Bereich ab Label wiederholen

```
LABEL: xxx
yyy
REPEAT LABEL P=n
zzz
```

Der Programmabschnitt zwischen dem Label mit beliebigen Namen und der REPEAT-Abweisung wird mit P=n mal wiederholt. Enthält der Satz mit dem Label weitere Anweisungen, so werden diese bei jeder Wiederholung erneut ausgeführt. Ist kein P angegeben, wird der Programmabschnitt genau einmal wiederholt. Nach der letzten Wiederholung wird das Programm mit der auf die REPEAT-Zeile folgenden Zeile zzz fortgesetzt.

Hinweis

Das Label muss vor der REPEAT-Anweisung stehen. Gesucht wird nur in Richtung Programmanfang.

Programmierung Wiederholung eines Bereichs zwischen zwei Labels

```
START_LABEL: xxx
ooo
END_LABEL: yyy
ppp
REPEAT START_LABEL END_LABEL P=n
zzz
```

Der Bereich zwischen zwei Labels wird mit P=n mal wiederholt. Die Labels können mit beliebigen Namen definiert werden. Die erste Zeile der Wiederholung ist die mit dem Startlabel, die letzte die Zeile mit dem Endlabel. Enthält die Zeile mit dem Anfangs- oder Endlabel weitere Anweisungen, so werden diese bei jedem Durchlauf erneut ausgeführt. Ist kein P angegeben, so wird der Programmabschnitt genau einmal ausgeführt. Nach der letzten Wiederholung wird das Programm mit der auf die REPEAT-Zeile folgenden Zeile zzz fortgesetzt.

Hinweis

Der zu wiederholende Programmabschnitt kann vor oder nach der REPEAT-Anweisung stehen. Gesucht wird zunächst in Richtung Programmanfang. Wird das Startlabel in diese Richtung nicht gefunden, so wird von der REPEAT-Anweisung abwärts zum Programmende hin gesucht.

Die REPEAT-Anweisung mit den beiden Labels zu klammern, ist nicht möglich. Wird das Startlabel vor der REPEAT-Anweisung gefunden, und wird das Endlabel nicht vor der REPEAT-Anweisung erreicht, so wird die Wiederholung zwischen Startlabel und REPEAT-Anweisung durchgeführt.

Programmierung Wiederholung eines Bereichs zwischen einer Marke und der End-Marke

```
LABEL: xxx
ooo
ENDLABEL: yyy
REPEAT LABEL P=n
zzz
```

ENDLABEL ist ein vordefiniertes Label mit festem Namen. ENDLABEL markiert das Ende eines Programmabschnitts und kann mehrfach im Programm verwendet werden. Der mit ENDLABEL markierte Satz kann weitere Anweisungen enthalten.

Der Bereich zwischen einem Label und dem nachfolgenden ENDLABEL wird mit P=n mal wiederholt. Das Anfangslabel kann mit beliebigen Namen definiert sein. Enthält der Satz mit dem Startlabel oder ENDLABEL weitere Anweisungen, so werden diese bei jeder Wiederholung ausgeführt.

Hinweis

Wird vom Anfangslabel bis zum Satz mit dem REPEAT-Aufruf kein ENDLABEL gefunden, so endet die Schleife vor der REPEAT-Zeile. Das Konstrukt wirkt somit wie das oben beschriebene "Bereich ab Marke wiederholen".

Ist kein P angegeben, so wird der Programmabschnitt genau einmal ausgeführt.

Nach der letzten Wiederholung wird das Programm mit der auf die REPEAT-Zeile folgenden Zeile zzz fortgesetzt.

Parameter

LABEL:	Sprungziel; nach dem Namen des Sprungziels folgt ein Doppelpunkt
REPEAT	Wiederhole (wiederhole mehrere Zeilen)
REPEATB	Wiederhole Block (wiederhole nur eine Zeile)

Beispiel Wiederholung von Positionen

```
N10 POSITION1: X10 Y20
N20 POSITION2: CYCLE(0,,9,8)                    ;Positionszyklus
N30 ...
N40 REPEATB POSITION1 P=5                       ;führe SATZ N10 fünfmal aus
N50 REPEATB POSITION2                           ;führe Satz N20 einmal aus
N60 ...
N70 M30
```

Beispiel 5 Quadrate mit zunehmender Breite werden angefertigt

```
N5 R10=15
N10 Begin: R10=R10+1                    ;Breite
N20 Z=10-R10
N30 G1 X=R10 F200
N40 Y=R10
N50 X=-R10
N60 Y=-R10
N70 Z=10+R10
N80 REPEAT BEGIN P=4                    ;führe Bereich N10 bis N70 viermal aus
N90 Z10
N100 M30
```

Beispiel Programmabschnitt von BEGIN bis END wiederholen

```
N5 R10=15
N10 Begin: R10=R10+1                    ;Breite
N20 Z=10-R10
N30 G1 X=R10 F200
N40 Y=R10
N50 X=-R10
N60 Y=-R10
N70 END:Z=10
N80 Z10
N90 CYCLE(10,20,30)
N100 REPEAT BEGIN END P=3               ;führe Bereich N10 bis N70 dreimal aus
N110 Z10
N120 M30
```

Beispiel ENDLABEL

```
N10 G1 F300 Z-10
N20 BEGIN1:
N30 X10
N40 Y10
N50 BEGIN2:
N60 X20
N70 Y30
N80 ENDLABEL: Z10
N90 X0 Y0 Z0
N100 Z-10
N110 BEGIN3: X20
N120 Y30
N130 REPEAT BEGIN3 P=3                  ;führe Bereich N110 bis N120 dreimal aus
N140 REPEAT BEGIN2 P=2                  ;führe Bereich N50 bis N80 zweimal aus
N150 M100
N160 REPEAT BEGIN1 P=2                  ;führe Bereich N20 bis N80 zweimal aus
N170 Z10
N180 X0 Y0
N190 M30
```

Beispiel Fräsbearbeitung: Bohrposition mit verschiedenen Technologien bearbeiten

```
N10 ZENTRIERBOHRER()                    ;Zentrierbohrer einwechseln
N20 POS_1:                              ;Bohrpositionen 1
N30 X1 Y1
N40 X2
N50 Y2
N60 X3 Y3
N70 ENDLABEL:
N80 POS_2:                              ;Bohrpositionen 2
N90 X10 Y5
N100 X9 Y-5
N110 X3 Y3
N120 ENDLABEL:
N130 BOHRER()                           ;Bohrer wechseln und Bohrzyklus
N140 GEWINDE(6)                         ;Gewindebohrer M6 einwechseln und
                                        ;Gewindezyklus
N150 REPEAT POS_1                       ;wiederhole Programmabschnitt ab
                                        ;POS_1 einmal bis ENDLABEL
N160 BOHRER()                           ;Bohrer wechseln und Bohrzyklus
N170 GEWINDE(8)                         ;Gewindebohrer M8 einwechseln und
                                        ;Gewindezyklus
N180 REPEAT POS_2                       ;wiederhole Programmabschnitt ab
                                        ;POS_2 einmal bis ENDLABEL
N190 M30
```

Randbedingungen

- Programmteilwiederholung kann geschachtelt aufgerufen werden. Jeder Aufruf belegt eine Unterprogrammebene.
- Ist während der Bearbeitung einer Programmteilwiederholung M17 oder RET programmiert, so wird die Programmteilwiederholung abgebrochen. Das Programm wird mit dem auf die REPEAT-Zeile folgenden Satz fortgesetzt.
- In der aktuellen Programm-Anzeige wird die Programmteilwiederholung als eigene Unterprogrammebene angezeigt.
- Wird während der Programmteil-Bearbeitung Ebenenabbruch ausgelöst, so wird das Programm nach dem Aufruf der Programmteilbearbeitung fortgesetzt.

Beispiel:

```
N5 R10=15
N10 BEGIN: R10=R10+1            ;Breite
N20 Z=10-R10
N30 G1 X=R10 F200
N40 Y=R10                       ;Ebenenabbruch
N50 X=-R10
N60 Y=-R10
N70 END: Z10
N80 Z10
N90 CYCLE(10,20,30)
N100 REPEAT BEGIN END P=3
N120 Z10                        ;Programmbearbeitung fortsetzen
N130 M30
```

- Kontrollstrukturen und Programmteilwiederholung können kombiniert genutzt werden. Es sollte jedoch keine Überschneidungen geben. Eine Programmteilwiederholung sollte innerhalb eines Kontrollstruktur-Zweiges liegen bzw. eine Kontrollstruktur innerhalb einer Programmteilwiederholung.
- Bei der Mischung von Sprüngen und Programmteilwiederholung werden die Sätze rein sequentiell abgearbeitet. Erfolgt z. B. ein Sprung aus einer Programmteilwiederholung, so wird solange bearbeitet, bis das programmierte Programmteilende gefunden wird.

Beispiel:

```
N10 G1 F300 Z-10
N20 BEGIN1:
N30 X=10
N40 Y=10
N50 GOTOF BEGIN2
N60 ENDLABEL:
N70 BEGIN2:
N80 X20
N90 Y30
N100 ENDLABEL: Z10
N110 X0 Y0 Z0
N120 Z-10
N130 REPEAT BEGIN1 P=2
N140 Z10
N150 X0 Y0
N160 M30
```

Hinweis

Programmteilwiederholung wird durch Programmierung aktiviert.

Die REPEAT-Anweisung sollte hinter den Verfahrsätzen stehen.

Tabellen

12

12.1 Liste der Anweisungen

In der Liste der Anweisungen finden Sie alle in den Grundlagen vorhandenen Programmierbefehle zusammengefasst.

Legende:

[1] Standardeinstellung bei Programmanfang (im Auslieferungsstand der Steuerung, wenn nichts anderes programmiert ist).

[2] Die Gruppen-Numerierung entspricht der Tabelle im Abschnitt "Liste der G-Funktionen/Wegbedingungen"

[3] Absolute Endpunkte: modal; inkrementale Endpunkte: satzweise; ansonsten modal/satzweise in Abhängigkeit von der Syntaxbestimmung G-Funktion

[4] Als Kreismittelpunkte wirken IPO-Paramter inkrementell. Mit AC können sie absolut programmiert werden. Bei anderen Bedeutungen (z. B. Gewindesteigung) wird die Adressmodifikation ignoriert.

[5] Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK 810D

[6] Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK 810D/NCU571

[7] Schlüsselwort gilt nur für SINUMERIK FM-NC

[8] Der OEM-Anwender kann zwei zusätzliche Interpolationsarten einbringen. Die Namen kann der OEM-Anwender verändern.

[9] Für diese Funktionen ist die erweiterte Adressschreibweise nicht zulässig.

Name	Bedeutung	Wert-zuwei-sung	Beschreibung, Kommentar	Syntax	Mo-dal/ satz-w.	Grup-pe [2]
:	Satznummer - Hauptsatz (siehe N)	0 ... 9999 9999 nur ganz-zahlig, ohne Vorzei-chen	besondere Kennzeichnung von Sätzen - anstelle von N... ;dieser Satz sollte alle Anweisungen für einen kompletten nachfolgenden Bearbeitungs-abschnitt enthalten	z. B.**:** 20		
A	Achse	Real			m,s [3]	
A2 [5]	Werkzeugorientierung: Eulerwinkel	Real			s	
A3 [5]	Werkzeugorientierung: Richtungsvektorkomponente	Real			s	

A4 [5]	Werkzeugorientierung für Satzanfang	Real			s	
A5 [5]	Werkzeugorientierung für Satzende; Normalenvektorkomponente	Real			s	
AC	Maßeingabe absolut	0, ..., 359.9999°		X=AC(100)	s	
ACC [5]	Axiale Beschleunigung (acceleration axial)	Real, ohne Vorz.			m	
ACCLIMA [5]	Reduktion oder Überhöhung der maximalen axialen Beschleunigung (acceleration axial)	0, ..., 200	Gültigkeits-bereich ist 1 bis 200%	ACCLIMA[X]= ...[%]	m	
ACN	Absolutmaßangabe für Rundachsen, Position in negativer Richtung anfahren			A=ACN(...) B=ACN(...) C=ACN(...)	s	
ACP	Absolutmaßangabe für Rundachsen, Position in positiver Richtung anfahren			A=ACP(...) B=ACP(...) C=ACP(...)	s	
ADIS	Überschleifabstand für Bahnfunktionen G1, G2, G3, ...	Real, ohne Vorz.			m	
ADISPOS	Überschleifabstand für Eilgang G0	Real, ohne Vorz.			m	
ALF	Schnellabhebewinkel (angle tilt fast)	Integer, ohne Vorz.			m	
AMIRROR	programmierbare Spiegelung (additive mirror)			AMIRROR X0 Y0 Z0 ;eigener Satz	s	3
ANG	Konturzug-Winkel				s	
AP	Polarwinkel (angle polar)	0, ..., ± 360°			m,s [3]	
AR	Öffnungswinkel (angle circular)	0, ..., 360°			m,s [3]	
AROT	programmierbare Drehung (additive rotation)	Drehung um 1. Geom.-achse: -180° .. 180° 2. Geom.-achse: -89.999° ... 90° 3. Geom.-achse: -180° .. 180°		AROT X... Y... Z... ;eigener AROT RPL= Satz	s	3
AROTS	programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (additive rotation)			AROTS X... Y... AROTS Z... X... AROTS Y... Z... ;eigener AROTS RPL= Satz	s	3

ASCALE	programmierbare Skalierung (additive scale)			ASCALE X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
ASPLINE	Akima-Spline				m	1
ATRANS	additive programmierbare Verschiebung (additive translation)			ATRANS X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
AX	Variabler Achsbezeichner	Real			m,s[3]	
AXCTSWE	Containerachse weiterschalten			AXCTSWE(CT_i)		25
B	Achse	Real			m,s [3]	
B2 [5]	Werkzeugorientierung: Eulerwinkel	Real			s	
B3 [5]	Werkzeugorientierung: Richtungsvektorkomponente	Real			s	
B4 [5]	Werkzeugorientierung für Satzanfang	Real			s	
B5 [5]	Werkzeugorientierung für Satzende; Normalenvektorkomponente	Real			s	
BAUTO	Festlegung des ersten Splineabschnitts durch die folgenden 3 Punkte (begin not a knot)				m	19
BNAT [1]	natürlicher Übergang zum ersten Spline-Satz (begin natural)				m	19
BRISK [1]	Sprungförmige Bahnbeschleunigung				m	21
BRISKA	Sprungförmige Bahnbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten					
BSPLINE	B-Spline				m	1
BTAN	tangentialer Übergang zum ersten Spline-Satz (begin tangential)				m	19
C	Achse	Real			m,s [3]	
C2 [5]	Werkzeugorientierung: Eulerwinkel	Real			s	
C3 [5]	Werkzeugorientierung: Richtungsvektorkomponente	Real			s	
C4 [5]	Werkzeugorientierung für Satzanfang	Real			s	
C5 [5]	Werkzeugorientierung für Satzende; Normalenvektorkomponente	Real			s	
CDOF [1]	Kollisionsüberwachung AUS (collision detection OFF)				m	23
CDON	Kollisionsüberwachung EIN (collision detection ON)				m	23
CDOF2	Kollisionsüberwachung AUS (collision detection OFF)		Nur für CUT3DC		m	23
CFC [1]	Konstanter Vorschub an der Kontur (constant feed at contour)				m	16
CFTCP	Konstanter Vorschub im Werkzeugschneiden-Bezugspunkt (Mittelpunktsbahn) (constant feed in tool-center-point)				m	16
CFIN	Konstanter Vorschub nur bei Innenkrümmung, nicht bei Außenkrümmung (constant feed at internal radius)				m	16

CHF CHR	Fase; Wert = Länge der Fase Fase ; Wert = Breite der Fase in Bewegungsrichtung (chamfer)	Real, ohne Vorz.			S	
CHKDNO	Eindeutigkeitsprüfung der D-Nummern					
CIP	Kreisinterpolation über Zwischenpunkt			CIP X... Y... Z... I1=... J1=... K1=...	m	1
COMPOF [1,6]	Kompressor AUS				m	30
COMPON [6]	Kompressor EIN				m	30
COMPCURV	Kompressor EIN: krümmungsstetige Polynome				m	30
COMPCAD	Kompressor EIN: Oberflächengüte CAD-Programm				m	30
CP	**c**ontinuos **p**ath; Bahnbewegung				m	49
CPRECOF [1,6]	programmierbare Konturgenauigkeit AUS (contour precision OFF)				m	39
CPRECON [6]	programmierbare Konturgenauigkeit EIN (contour precision ON)				m	39
CR	Kreisradius (circle radius)	Real, ohne Vorz.			s	
CROTS	programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (Drehung in den angegebenen Achsen)			CROTS X... Y... CROTS Z... X... CROTS Y... Z... ;eigener CROTS RPL= Satz	s	
CSPLINE	Cubischer Spline				m	1
CT	Kreis mit tangentialem Übergang			CT X... Y.... Z...	m	1
CUT2D [1]	2½D Werkzeugkorrektur (Cutter compensation type 2dimensional)				m	22
CUT2DF	2½D Werkzeugkorrektur (Cutter compensation type 2dimensional frame); Die Werkzeugkorrektur wirkt relativ zum aktuellen Frame (schräge Ebene)				m	22
CUT3DC [5]	3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen (Cutter compensation type 3dimensional circumference)				m	22
CUT3DCC [5]	3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen (Cutter compensation type 3dimensional circumference)				m	22
CUT3DCCD [5]	3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen mit Differenzwerkzeug (Cutter compensation type 3dimensional circumference)				m	22
CUT3DF [5]	3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen (Cutter compensation type 3dimensional face)				m	22
CUT3DFF [5]	3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung abhängig vom aktiven Frame (Cutter compensation type 3dimensional face frame)				m	22

CUT3DFS [5]	3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit konstanter Werkzeugorientierung unabhängig vom aktiven Frame (Cutter compensation type 3dimensional face)				m	22
CUTCONOF[1]	Konstante Radiuskorrektur AUS				m	40
CUTCONON	Konstante Radiuskorrektur EIN				m	40
D	Werkzeugkorrekturnummer	1, ... 32 000	enthält Korrekturdaten für ein bestimmtes Werkzeug T... ;D0 → Korrekturwerte für ein Werkzeug	D...		
DAC	Absolut satzweise achsspezifische Durchmesserprogrammierung		Durchmesser-programmierg.	DAC(50)	s	
DC	Absolutmaßangabe für Rundachsen, Position direkt anfahren			A=DC(...) B=DC(...) C=DC(...) SPOS=DC(...)	s	
DIACYCOFA	Achsspezifische modale Durchmesser-programmierung: Aus in Zyklen		Radiuspro-grammg. zuletzt akt. G-Code	DIACYCOFA[Achse]	m	
DIAMCHAN	Übernahme aller Achsen aus MD Achsfunktionen in den Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung		Durchmesser-progr. aus MD übernehmen	DIAMCHAN		
DIAMCHANA	Übernahme Kanalzustand der Durchmesserprogrammierung		Kanalzustand	DIAMCHANA[Achse]		
DIAMCYCOF	Radiusprogrammierung für G90/G91: EIN. Für die Anzeige bleibt der zuletzt aktive G-Code dieser Gruppe aktiv		Radiuspro-grammg. zuletzt akt. G-Code		m	29
DIAMOF[1]	Durchmesserprogrammierung: AUS (Diametral programming OFF) Grundstellung siehe Maschinenhersteller		Radiusprogram-mierung für G90/G91		m	29
DIAMON	Durchmesserprogrammierung ein: EIN (Diametral programming ON)		Durchmesser-programmierg. für G90/G91		m	29
DIAM90	Durchmesserprogrammierung für G90, Radiusprogrammierung für G91				m	29
DIAMOFA	Achsspezifische modale Durchmesser-programmierung: Ein Grundstellung siehe Maschinenhersteller		Radiusprogr. für G90/G91 und AC, IC	DIAMOFA[Achse]	m	
DIAMONA	Achsspezifische modale Durchmesser-programmierung: Ein Freischaltung siehe Maschinenhersteller		Durchmesser-pr. für G90/G91 und AC, IC	DIAMONA[Achse]	m	
DIAM90A	Achsspezifische modale Durchmesserprogrammierg. für G90 und AC, Radiusprogrammierung für G91 und IC				m	
DIC	Relativ satzweise achsspezifische Durchmesserprogrammierung		Durchmesser-programmierg.	DIC(50)	s	
DILF	Schnellabhebe-Länge				m	
DISC	Überhöhung Übergangskreis Werkzeug- Radiuskorrektur	0, ..., 100			m	

DISPR	Repos-Bahndifferenz	Real, ohne Vorz.			s	
DISR	Repos-Abstand	Real, ohne Vorz.			s	
DITE	Gewindeauslaufweg	Real			m	
DITS	Gewindeeinlaufweg	Real			m	
DL	Werkzeugsummenkorrektur	INT			m	
DRFOF	Ausschalten der Handradverschiebungen (DRF)				m	
DRIVE[7]	Geschwindigkeitsabhängige Bahnbeschleunigung				m	21
EAUTO	Festlegung des letzten Splineabschnitts durch die letzten 3 Punkte (end not a knot)				m	20
DYNFINISH	Dynamik für Feinschlichten		Technologie G-Gruppe	DYNFINISH G1 X10 Y20 Z30 F1000	m	59
DYNNORM	Normale Dynamik wie bisher			DYNORM G1 X10	m	59
DYNPOS	Dynamik für Positionierbetrieb, Gweindebohren			DYNPOS G1 X10 Y20 Z30 F...	m	59
DYNROUGH	Dynamik für Schruppen			DYNROUGH G1 X10 Y20 Z30 F10000	m	59
DYNSEMIFIN	Dynamik für Schlichten			DYNSEMIFIN G1 X10 Y20 Z30 F2000	m	59
ENAT[1]	Natürlicher Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz (end natural)				m	20
ETAN	Tangentialer Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz bei Spline-Beginn (end tangential)				m	20
F	Vorschubwert (in Verbindung mit G4 wird unter F auch die Verweilzeit programmiert)	0.001, ..., 99999.999	Bahngeschwindigkeit Werkzeug/ Werkstück; Maßeinheit in mm/min oder mm/Umdrehung in Abhängigkeit von G94 oder G95	F=100 G1 ...		
FA	Axialer Vorschub (feed axial)	0.001, ..., 999999.999 mm/min, Grad/min; 0.001, ..., 39999.9999 inch/min		FA[X]=100	m	
FCUB[6]	Vorschub nach kubischem Spline veränderlich (feed cubic)		Wirkt auf Vorschub mit G93 und G94		m	37

FD	Bahnvorschub für Handradüberlagerung (feed DRF)	Real, ohne Vorz.			s	
FDA	Axialer Vorschub für Handradüberlagerung (feed DRF axial)	Real, ohne Vorz.			s	
FENDNORM	Eckenverzögerung AUS				m	57
FFWOF [1]	Vorsteuerung AUS (feed forward OFF)				m	24
FFWON	Vorsteuerung Ein (feed forward ON)				m	24
FGREF	Bezugsradius bei Rundachsen oder Bahnbezugsfaktoren bei Orientierungsachsen (Vektorinterpolation)		Bezugsgröße Effektivwert		m	
FGROUP	Festlegung der Achse(n) mit Bahnvorschub		F gilt für alle unter FGROUP angegebenen Achsen	FGROUP (Achse1, [Achse2], ...)		
FIFOCTRL	Steuerung des Vorlaufpuffers				m	4
FL	Grenzgeschwindigkeit für Synchronachsen (feed limit)	Real, ohne Vorz.	Es gilt die mit G93, G94, G95 eingestellte Einheit (max. Eilgang)	FL [Achse] =...	m	
FLIN [6]	Vorschub linear veränderlich (feed linear)		Wirkt auf Vorschub mit G93 und G94		m	37
FMA	Mehrere Vorschübe axial (feed multiple axial)	Real, ohne Vorz.			m	
FNORM [1,6]	Vorschub normal nach DIN66025 (feed normal)				m	37
FP	Festpunkt: Nummer des anzufahrenden Festpunktes	Integer, ohne Vorz.		G75 FP=1	s	
FPR	Kennzeichnung Rundachse	0.001, ..., 999999.999		FPR (Rundachse)		
FPRAOF	Umdrehungsvorschub ausschalten					
FPRAON	Umdrehungsvorschub einschalten					
FRC	Vorschub für Radius und Fase				s	
FRCM	Vorschub für Radius und Fase modal				m	
FTOCOF [1,6]	online wirksame Werkzeugfeinkorrektur AUS (fine tool offset OFF)				m	33
FTOCON [6]	online wirksame Werkzeugfeinkorrektur EIN (fine tool offset ON)				m	33
FXS	Fahren auf Festanschlag ein (fixed stop)	Integer, ohne Vorz.	1 = anwählen, 0 = abwählen		m	
FXST	Momentgrenze für Fahren auf Festanschlag (fixed stop torque)	%	Angabe optional		m	

FXSW	Überwachungsfenster für Fahren auf Festanschlag (fixed stop window)	mm, inch oder Grad	Angabe optional			

G-Funktionen						
G	G-Funktion (Wegbedingung) Die G-Funktionen sind in G-Gruppen eingeteilt. Es kann nur eine G-Funktion einer Gruppe in einem Satz geschrieben werden. Eine G-Funktion kann modal wirksam sein (bis auf Widerruf durch eine andere Funktion der selben Gruppe), oder sie ist nur für den Satz wirksam, in dem sie steht (satzweise wirksam).	Nur ganzzahlige, vorgegebene Werte		G...		
G0	Linearinterpolation mit Eilgang (Eilgangsbewegung)		Bewegungsbefehle	G0 X... Z...	m	1
G1[1]	Linearinterpolation mit Vorschub (Geradeninterpolation)			G1 X... Z... F...	m	1
G2	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn			G2 X... Z... I... K... F... ;Mittel- und Endpunkt G2 X... Z... CR=... F... ;Radius und Endpunkt G2 AR=... I... K... F... ;Öffnungswinkel und ;Mittelpunkt G2 AR=... X... Z... F. ;Öffnungswinkel und ;Endpunkt	m	1
G3	Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn			G3 ... ; sonst wie bei G2	m	1
G4	Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt		spezielle Bewegung	G4 F... ; Verweilzeit in soder G4 S... ;Verweilzeit in ;Spindelumdrehung. ;eigener Satz	s	2
G5	Schrägeinstechschleifen		Schrägeinstechen		s	2
G7	Ausgleichsbewebung beim Schrägeinstechschleifen		Startposition		s	2
G9	Genauhalt - Geschwindigkeitsabnahme				s	11
G17[1]	Wahl der Arbeitsebene X/Y		Zustellrichtung Z		m	6
G18	Wahl der Arbeitsebene Z/X		Zustellrichtung Y		m	6
G19	Wahl der Arbeitsebene Y/Z		Zustellrichtung X		m	6
G25	untere Arbeitsfeldlbegrenzung		Wertzuweisung in Kanalachsen	G25 X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
G26	obere Arbeitsfeldlbegrenzung			G26 X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
G33	Gewindeinterpolation mit konstanter Steigung	0.001, ..., 2000.00 mm/U	Bewegungsbefehl	G33 Z... K... SF=... ;Zylindergewinde G33 X... I... SF=... ;Plangewinde	m	1

				G33 Z... X... K... SF=... ;Kegelgewinde ;(in Z-Achse Weg größer ;als in X Achse) ;G33 Z... X... I... SF=... ;Kegelgewinde ;(in X-Achse Weg größer ;als in Z-Achse)		
G34	Linear degressive Geschwindigkeitsänderung [mm/U^2]		Bewegungs-befehl	G34 X... Y... Z... I... J... K... F...	m	1
G35	Linear progressive Geschwindigkeitsänderung [mm/U^2]		Bewegungs-befehl	G35 X... Y... Z... I... J... K... F...	m	1
G40 [1]	Werkzeugradiuskorrektur AUS				m	7
G41	Werkzeugradiuskorrektur links von der Kontur				m	7
G42	Werkzeugradiuskorrektur rechts von der Kontur				m	7
G53	Unterdrückung der aktuellen Nullpunktverschiebung (satzweise)		inkl. pro-grammierte Verschiebungen		s	9
G54	1.einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G55	2. einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G56	3. einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G57	4. einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G58	Axiale programmierbare Nullpunktverschiebung absolut				s	3
G59	Axiale programmierbare Nullpunktverschiebung additiv				s	3
G60 [1]	Genauhalt - Geschwindigkeitsabnahme				m	10
G62	Eckenverzögerung an Innenecken bei aktiver Werkzeuradienkorrektur (G41, G42)		Nur zusammen mit Bahnsteuer-betrieb	G62 Z... G1	m	57
G63	Gewindebohren mit Ausgleichsfutter			G63 Z... G1	s	2
G64	Genauhalt - Bahnsteuerbetrieb				m	10
G70	Maßangabe in Inch (Längen)				m	13
G71 [1]	Metrische Maßangabe (Längen)				m	13
G74	Referenzpunktanfahren			G74 X... Z... ;eigener Satz	s	2
G75	Festpunktanfahren		Maschinen-achsen	G75 FP=.. X1=... Z1=... ;eigener Satz	s	2
G90 [1]	Maßangabe absolut			G90 X... Y... Z...(...) Y=AC(...) oder X=AC Z=AC(...)	m s	14
G91	Kettenmaßangabe			G91 X... Y... Z... oder X=IC(...) Y=IC(...) Z=IC(...)	m s	14
G93	Zeitreziproker Vorschub 1/min		Abfahren eines Satzes: Zeitdauer	G93 G01 X... F...	m	15
G94 [1]	Linearvorschub F in mm/min oder inch/min und °/min				m	15

G95	Umdrehungsvorschub F in mm/U oder inch/U				m	15
G96	konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G95) EIN			G96 S... LIMS=... F...	m	15
G97	konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G95) AUS				m	15
G110	Polprogrammierung relativ zur letzten programmierten Sollposition			G110 X... Y... Z...	s	3
G111	Polprogrammierung relativ zum Nullpunkt des aktuellen Werkstück-Koordinatensystems			G110 X... Y... Z...	s	3
G112	Polprogrammierung relativ zum letzten gültigen Pol			G110 X... Y... Z...	s	3
G140 [1]	Anfahrrichtung WAB festgelegt durch G41/G42				m	43
G141	Anfahrrichtung WAB links der Kontur				m	43
G142	Anfahrrichtung WAB rechts der Kontur				m	43
G143	Anfahrrichtung WAB tangentenabhängig				m	43
G147	Weiches Anfahren mit Gerade				s	2
G148	Weiches Abfahren mit Gerade				s	2
G153	Unterdrückung aktueller Frames inklusive Basisframe		incl. Systemframe		s	9
G247	Weiches Anfahren mit Viertelkreis				s	2
G248	Weiches Abfahren mit Viertelkreis				s	2
G290	Umschalten auf SINUMERIK-Mode EIN				m	47
G291	Umschalten auf ISO2/3-Mode EIN				m	47
G331	Gewindebohren	±0.001,..., 2000.00 mm/U	Bewegungs-befehle		m	1
G332	Rückzug (Gewindebohren)				m	1
G340 [1]	Anfahrsatz räumlich (Tiefe und in der Ebene zugleich (Helix)		wirkt beim weichen An- bzw. Abfahren		m	44
G341	zuerst in der senkrechten Achse zustellen (z), dann Anfahren in der Ebene		wirkt beim weichen An- bzw. Abfahren		m	44
G347	Weiches Anfahren mit Halbkreis				s	2
G348	Weiches Abfahren mit Halbkreis				s	2
G450 [1]	Übergangskreis		Eckenverhalten bei Werkzeug-radiuskorrektur		m	18
G451	Schnittpunkt der Äquidistanten				m	18
G460 [1]	Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsatz ein				m	48
G461	Randsatz mit Kreisbogen verlängern, wenn		kein Schnittpunkt im WRK-Satz		m	48
G462	Randsatz mit Gerade verlängern, wenn				m	48
G500 [1]	Ausschalten aller einstellbaren Frames, wenn in G500 kein Wert steht				m	8
G505 .... G599	5 ... 99. Einstellbare Nullpunktverschiebung				m	8
G601 [1]	Satzwechsel bei Genauhalt fein		wirksam nur bei aktivem G60 oder G9 mit pro-		m	12
G602	Satzwechsel bei Genauhalt grob				m	12
G603	Satzwechsel bei IPO - Satzende				m	12
G641	Genauhalt - Bahnsteuerbetrieb			G641 ADIS=...	m	10

G642	Überschleifen mit axialer Genauigkeit	grammierbarem Übergangs-verschleifen		m	10
G643	Satzinternes Überschleifen			m	10
G644	Überschleifen mit Vorgabe der Achsdynamik			m	10
G621	Eckenverzögerung an allen Ecken	Nur zusammen mit Bahnsteuer-betrieb	G621 ADIS=...	m	57
G700	Maßangabe in Inch und Inch/min (Längen + Geschwindigkeiten + Systemvariable			m	13
G710[1]	Metrische Maßangabe in mm und mm/min (Längen + Geschwindigkeiten + Systemvariable)			m	13
G810[1], ..., G819	Für den OEM-Anwender reservierte G-Gruppe				31
G820[1], ..., G829	Für den OEM-Anwender reservierte G-Gruppe				32
G931	Vorschubvorgabe durch Verfahrzeit	Verfahrzeit		m	15
G942	Linear-Vorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren			m	15
G952	Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit oder Spindeldrehzahl einfrieren			m	15
G961	konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G94) EIN	Vorschubtyp	G961 S... LIMS=... F...	m	15
G962	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Schnittgeschwindigkeit			m	15
G971	konstante Schnittgeschwindigkeit (wie bei G94) AUS	Vorschubtyp		m	15
G972	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konstante Spindeldrehzahl einfrieren			m	15
GOTOF	Sprunganweisung vorwärts (Richtung Programmende)				
GOTOB	Sprunganweisung rückwärts (Richt. Programmanfang)				
GWPSOF	konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (SUG) abwählen		GWPSOF (T-Nr.)	s	
GWPSON	konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit (SUG) anwählen		GWPSON (T-Nr.)	s	

H...	Hilfsfunktionsausgabe an die PLC	Real/INT Progr.: REAL : ±3,4028-ex38 INT: -2147483648 +2147483648 Anzeige: ±999 999 999,9999	per MD einstellbar (Maschinenhersteller)	H100 oder H2=100		
I [4]	Interpolationsparameter	Real			s	
I1	Zwischenpunktkoordinate	Real			s	
IC	Kettenmaßeingabe	0, ..., ±99999.999°		X=IC(10)	s	
INCW	Fahren auf einer Kreisevolvente im Uhrzeigers mit Interpolation der Evolvente durch G17/G18/G19	Real	Endpunkt: Mittelpunkt: Radius mit CR > 0: Drehwinkel in Grad zwischen Start- und Endvektor	INCW/INCCW X... Y... Z... INCW/INCCW I... J... K... INCW/INCCW CR=... AR... Direkte Programmierung: INCW/INCCW I... J... K... CR=... AR=...	m	1
INCCW	Fahren auf einer Kreisevolvente gegen den Uhrzeigersinn mit Interpolation der Evolvente durch G17/G18/G19	Real			m	1
ISD	Eintauchtiefe (insertion depth)	Real			m	
J [4]	Interpolationsparameter	Real			s	
J1	Zwischenpunktkoordinate	Real			s	
JERKLIMA[5]	Reduktion oder Überhöhung des maximalen axialen Rucks (jerk axial)	1, ..., 200	Gültigkeitsbereich ist 1 bis 200%	JERKLIMA[X]= ...[%]	m	
K [4]	Interpolationsparameter	Real			s	
K1	Zwischenpunktkoordinate	Real			s	
KONT	Kontur umfahren bei der Werkzeugkorrektur				m	17
KONTC	Mit krümmungsstetigem Polynom an-/abfahren				m	17
KONTT	Mit tangentenstetigem Polynom an-/abfahren				m	17
L	Unterprogramm-Nummer	Integer, bis zu 7 Stellen		L10	s	
LEAD [5]	Voreilwinkel	Real			m	
LFOF [1]	Unterbrechung von Gewindeschneiden AUS				m	41
LFON	Unterbrechung von Gewindeschneiden EIN				m	41
LFPOS	Axiales Abheben auf eine Position				m	46

LFTXT [1]	Werkzeugrichtung beim Abheben tangential				m	46
LFWP	Werkzeugrichtung beim Abheben nicht tangential				m	46
LIMS	Drehzahlbegrenzung bei G96/G961 und G97 (Limit Spindle Speed)	0.001, ... 99 999. 999			m	
M...	Schalthandlungen	INT Anzeige: 0, ..., 999 999 999 Pro-gramm: 0;...; 2147483647	max. 5 freie M-Funktionen vom Maschinen-hersteller festzulegen			
M0 [10]	Programmierter Halt					
M1 [10]	Wahlweiser Halt					
M2 [10]	Programmende Hauptprogramm mit Rücksetzen auf Programmanfang					
M3	Spindeldrehrichtung rechts für Masterspindel					
M4	Spindeldrehrichtung links für Masterspindel					
M5	Spindel halt für Masterspindel					
M6	Werkzeugwechsel					
M17 [9]	Unterprogrammende					
M19	Bei SSL aufgesammelte Spindelprogrammierungen					
M30 [9]	Programmende, wie M2					
M40	Automatische Getriebeschaltung					
M41... M45	Getriebestufe 1, ..., 5					
M70	Übergang in Achsbetrieb					
MEAC	Kontinuierliches Messen ohne Restweglöschen	Integer, ohne Vorz.			s	
MEAS	Messen mit schaltendem Taster (measure)	Integer, ohne Vorz.			s	
MEASA	Messen mit Restweglöschen				s	
MEAW	Messen mit schaltendem Taster ohne Restweglöschen (measure without deleting distance to go)	Integer, ohne Vorz.			s	
MEAWA	Messen ohne Restweglöschen				s	
MIRROR	programmierbare Spiegelung			MIRROR X0 Y0 Z0 ;eigener Satz	s	3
MOV						
MSG	programmierbare Meldungen			MSG("Meldung")	m	

N	Satznummer - Nebensatz	0, ..., 9999 9999 nur ganz-zahlig, ohne Vorz.	Kann zur Kenn-zeichnung von Sätzen mit einer Nummer ver-wendet werden; steht am Anfang eines Satzes	z. B. N20		
NORM [1]	Normaleinstellung im Anfangs-, Endpunkt bei der Werkzeugkorrektur				m	17
OEMIPO1[6,8]	OEM-Interpolation 1				m	1
OEMIPO2[6,8]	OEM-Interpolation 2				m	1
OFFN	Aufmaß zur programmierten Kontur			OFFN=5		
OMA1 [6]	OEM-Adresse 1	Real			m	
OMA2 [6]	OEM-Adresse 2	Real			m	
OMA3 [6]	OEM-Adresse 3	Real			m	
OMA4 [6]	OEM-Adresse 4	Real			m	
OMA5 [6]	OEM-Adresse 5	Real			m	
OFFN	Offsetkorrektur - normal	Real			m	
ORIC [1,6]	Orientierungsänderungen an Außenecken werden dem einzufügenden Kreissatz überlagert (orientation change continuously)				m	27
ORID [6]	Orientierungsänderungen werden vor dem Kreissatz ausgeführt (orientation change discontinuously)				m	27
ORIAXPOS	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen mit Rundachspositionen				m	50
ORIEULER	Orientierungswinkel über Euler-Winkel				m	50
ORIAXES	Lineare Interpolation der Maschinenachsen oder Orientierungsachsen		Endorientierung: Angabe Vektor A3, B3, C3 oder Euler-/RPY-Winkel A2, B2, C2 Zusatzangaben: Drehvektoren A6, B6, C6 Öffnungswinkel des Kegels in Grad 0 < NUT <180 Grad Zwischenvekto-ren: A7, B7, C7 Kontaktpunkt des Werkzeuges: XH, YH, ZH,	Paremetrierung wie folgt: Richtungsvektoren normiert A6=0 B6=0 C6=1 Öffnungswinkel erfolgt als Verfahrwinkel mit NUT=... NUT=+... bei ≤ 180 Grad NUT= -... bei ≥ 180 Grad Zwischenorientierung normiert A7=0 B7=0 C7=1	m	51
ORICONCW	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im Uhrzeigersinn				m	51
ORICONCCW	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im Gegenuhrzeigersinn				m	51
ORICONIO	Interpolation auf einer Kreismantelfläche mit Angabe einer Zwischenorientierung				m	51
ORICONTO	Interpolation auf einer Kreismantelfläche im tangentialem Übergang				m	51
ORICURVE	Interpolation der Orientierung mit Vorgabe der Bewegung zweier Kontaktpunkte des Werkzeugs				m	51
ORIPLANE	Interpolation in einer Ebene (entspricht ORIVECT) Großkreisinterpolation				m	51
ORIPATH	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn		Transformations paket Handling, siehe /FB/, TE4		m	51

ORIPATHS	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn, ein Knick im Orientierungsverlauf wird geglättet		bezogen relativ zur gesamten Bahn		m	51
ORIROTA	Drehwinkel zu einer absolut vorgegebenen Drehrichtung				m	54
ORIROTC	Tangentialer Drehvektor zur Bahntangente		bezogen zur Bahntangente		m	54
ORIROTR	Drehwinkel relativ zur Ebene zwischen Start- und Endorientierung				m	54
ORIROTT	Drehwinkel relativ zur Änderung des Orientierungsvektors				m	54
ORIRPY	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (XYZ)		Drehreihenfolge		m	50
ORIRPY2	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (ZYX)		Drehreihenfolge		m	50
ORIS [5]	Orientierungsänderung (orientation smoothing factor)	Real	bezogen auf die Bahn		m	
ORIVECT	Großkreisinterpolation (identisch mit ORIPLANE)				m	51
ORIVIRT1	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)				m	50
ORIVIRT2	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)				m	50
ORIMKS [6]	Werkzeugorientierung im Maschinen-Koordinatensystem (tool orientation in machine coordinate system)				m	25
ORIWKS [1,6]	Werkzeugorientierung im Werkstück-Koordinatensystem (tool orientation in workpiece coordinate system)				m	25
OS	Pendeln ein/aus	Integer, ohne Vorz.				
OSB	Pendeln: Startpunkt				m	
OSC [6]	Konstante Glättung Werkzeugorientierung				m	34
OSCILL	Achszuordnung für Pendeln - Pendeln einschalten		Axis: 1 - 3 Zustellachsen		m	
OSCTRL	Optionen Pendeln	Integer, ohne Vorz.			m	
OSD [6]	Überschleifen der Werkzeugorientierung durch Vorgabe der Überschleiflänge mit SD		satzintern		m	34
OSE	Pendeln: Endpunkt				m	
OSNSC	Pendeln: Ausfunkanzahl (oscillating: number spark out cycles)				m	
OSOF [1,6]	Glättung Werkzeugorientierung AUS				m	34
OSP1	Pendeln: linker Umkehrpunkt (oscillating: Position 1)	Real			m	
OSP2	Pendeln: rechter Umkehrpunkt (oscillating: Position 2)	Real			m	

OSS [6]	Glättung der Werkzeugorientierung am Satzende				m	34
OSSE [6]	Glättung Werkzeugorientierung am Satzanfang und Satzende				m	34
OST [6]	Überschleifen der Werkzeugorientierung durch Vorgabe der Winkeltoleranz in Grad mit dem SD (maximale Abweichung vom programmiert. Orientierungsverlauf)		satzintern		m	34
OST1	Pendeln: Haltepunkt im linken Umkehrpunkt	Real			m	
OST2	Pendeln: Haltepunkt im rechten Umkehrpunkt	Real			m	
OVR	Drehzahlkorrektur (Override)	1, ..., 200%			m	
OVRA	Axiale Drehzahlkorrektur (Override)	1, ..., 200%			m	
P	Anzahl Unterprogrammdurchläufe	1, ..., 9999 Integer ohne Vorz.		z. B. L781 P... ;eigener Satz		
PAROTOF	Werkstückbezogene Framedrehung ausschalten				m	52
PAROT	Werkstückkoordinatensystem am Werkstück ausrichten				m	52
PDELAYOF [6]	Verzögerung beim Stanzen AUS (punch with delay OFF)				m	36
PDELAYON [1,6]	Verzögerung beim Stanzen EIN (punch with delay ON)				m	36
PL	Parameter-Intervall-Länge	Real, ohne Vorz.			S	
POLY [5]	Polynom-Interpolation				m	1
PON [6]	Stanzen EIN (punch ON)				m	35
PONS [6]	Stanzen EIN im IPO-Takt (punch ON slow)				m	35
POS	Achse positionieren			POS[X]=20		
POSA	Achse positionieren über Satzgrenze			POSA[Y]=20		
POLF	Position LIFTFAST				m	
PRESETON	Istwertsetzen für programmierte Achsen		Es wird jeweils ein Achs-bezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert. Bis zu 8 Achsen möglich	PRESETON(X,10,Y,4.5)		
PTP	point to point; Punkt zu Punkt Bewegung		Synchronachse		m	49
PTPG0	Punkt zu Punkt Bewegung nur bei G0 sonst		Synchronachse		m	49

	CP					
PUTFTOC	PutFineToolCorrection: Werkzeugfeinkorrektur für paralleles Abrichten (Continous Dressing)		Kanalnummer 1-10 oder $MC _CHAN_NAME	PUTFTOC(1,1,2) oder PUTFTOC(CH_name)		
PUTFTOCF	PutFineToolCorrectionFunctionDependant: Werkzeugfeinkorrektur in Abhägigkeit einer mit FCtDEF fesgelegten Funktion für paralleles Abrichten (Continous Dressing)		Kanalnummer 1-10 oder $MC _CHAN_NAME	PUTFTOCF(1,1,2) oder PUTFTOCF(CH_name)		
PW	Punkt-Gewicht (point weight)	Real, ohne Vorz.			S	
R...	Rechenparameter auch als einstellb. Adressbezeichner und mit numerischer Erweiterung	±0.0000001, ..., 9999 9999	R-Parameter-anzahl ist über MD einstellbar	R10=3 ;R-Parameterzuweis. X=R10 ;Achswert R[R10]=6 ;indirekte Program.		
RAC	Absolut satzweise achsspezi-fische Radiusprogrammierung		Radiusprogrammierung	RAC(50)	s	
REPOSA	Repositionierung linear all axes: Wiederanfahren an die Kontur linear mit allen Achsen				s	2
REPOSH	Repositionierung semi circle: Wiederanfahren an die Kontur im Halbkreis				s	2
REPOSHA	Repositionierung semi circle all axes: Wiederanfahren an die Kontur mit allen Achsen; Geometrieachsen im Halbkreis				s	2
REPOSL	Repositionierung linear: Wiederanfahren an die Kontur linear				s	2
REPOSQ	Repositionierung quarter circle: Wiederanfahren an die Kontur im Viertelkreis				s	2
REPOSQA	Repositionierung quarter circle all axes: Wiederanfahren an die Kontur linear mit allen Achsen; Geometrieachsen im Viertelkreis				s	2
RET	Unterprogrammende		Verwendung statt M17-ohne Funktionsausgabe an den PLC	RET		
RIC	Relativ satzweise achsspezi-fische Radiusprogrammierung		Radiusprogrammierung	RIC(50)	s	
RMB	Wiederanfahren an Satzanfangspunkt (Repos mode begin of block)				m	26
RME	Wiederanfahren an Satzendepunkt (Repos mode end of block)				m	26
RMI [1]	Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt (Repos mode interrupt)				m	26
RMN	Wiederanfahren an nächsliegenden Bahnpunkt (Repos mode of nearest orbital block)				m	26
RND	Konturecke verrunden	Real, ohne Vorz.		RND=...	s	

RNDM	Modales Verrunden	Real, ohne Vorz.		RNDM=... RNDM=0: M. V. ausschalten	m	
ROT	programmierbare Drehung (rotation)	Drehung um 1. Geom.-achse: -180° .. 180° 2. Geom.-achse: -89.999°, ..., 90° 3. Geom.-achse: -180° .. 180°		ROT X... Y... Z... ROT RPL= ;eigener Satz	s	3
ROTS	programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln (rotation)			ROTS X… Y… ROTS Z… X... ROTS Y... Z... ROTS RPL= ;eigener Satz	s	3
RP	Polarradius (radius polar)	Real			m,s [3]	
RPL	Drehung in der Ebene (rotation plane)	Real, ohne Vorz.			S	
RTLION	G0 mit Linear-Interpolation				m	55
RTLIOF	G0 ohne Linear-Interpolation (Einzelachsinterpolation)				m	55
S	Spindeldrehzahl oder (bei G4, G96/G961) andere Bedeutung	REAL Anzeige: ±999 999 999.9999 Pro-gramm: ±3,4028 ex38	Spindeldrehzahl in U/min G4: Verweilzeit in Spindelum-drehungen G96/G961: Schnittgeschwin digkeit in m/min	S...: Drehzahl für Masterspindel S1...: Drehzahl für Spindel 1	m,s	
SCALE	programmierbare Skalierung (scale)			SCALE X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
SCC	Selektive Zuordnung einer Planachse zu G96/G961/G962. Achsbezeichner können Geo-, Kanal oder Maschinenachse sein.		Auch bei aktiver Konst. Schnitt-geschwindigkeit	SCC[Achse]		
SD	Spline-Grad (spline degree)	Integer, ohne Vorz.			S	
SETMS	Zurückschalten auf die im Maschinendatum festgelegte Masterspindel					
SETMS(n)	Spindel n soll als Masterspindel gelten					
SF	Startpunktversatz für Gewindeschneiden (spline offset)	0.0000,..., 359.999°			m	
SOFT	Rückbegrenzte Bahnbeschleunigung				m	21
SON [6]	Nibbeln EIN (stroke ON)				m	35

SONS [6]	Nibbeln EIN im IPO-Takt (stroke ON slow)				m	35
SPATH [1]	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Bogenlänge				m	45
SPCOF	Masterspindel oder Spindel(n) von Drehzahlregelung in Lageregelung umschalten			SPCON SPCON (n)		
SPCON	Masterspindel oder Spindel (n) von Lageregelung in Drehzahlregelung umschalten			SPCON SPCON (n)		
SPIF1 [1,6]	schnelle NCK-Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln Byte 1 (stroke/punch interface 1)				m	38
SPIF2 [6]	schnelle NCK-Ein-/Ausgänge für Stanzen/Nibbeln Byte 2 (stroke/punch interface 2)				m	38
SPLINE-PATH	Spline-Verband festlegen		max. 8 Achsen			
SPOF [1,6]	Hub AUS, Stanzen, Nibbeln AUS (stroke/punch OFF)				m	35
SPN [6]	Anzahl der Teilstrecken pro Satz (stroke/punch number)	Integer			s	
SPP [6]	Länge einer Teilstrecke (stroke/punch path)	Integer			m	
SPOS	Spindelposition			SPOS=10 oder SPOS[n]=10	m	
SPOSA	Spindelposition über Satzgrenzen hinweg			SPOSA=5 oder SPOSA[n]=5	m	
SR	Rückzugsweg (sparking out retract path)	Real, ohne Vorz.			S	
SRA	Rückzugsweg bei externem Eingang axial (sparking out retract)			SRA[Y]=0.2	m	
ST	Ausfeuerzeit (sparking out time)	Real, ohne Vorz.			S	
STA	Ausfeuerzeit axial (sparking out time axial)				m	
STAT	Stellung der Gelenke	Integer			s	
START	Starten der ausgewählten Programme in mehreren Kanälen gleichzeitig aus dem laufenden Programm.		Wirkt nicht für den eigenen Kanal.	START(1,1,2) oder START(CH_X, CH_Y) $MC _CHAN_NAME		
STARTFIFO[1]	Abarbeiten; parallel dazu Auffüllen des Vorlaufpuffers				m	4
STOPFIFO	Anhalten der Bearbeitung; Auffüllen des Vorlaufpuffers, bis STARTFIFO erkannt wird, Vorlaufpuffer voll oder Programmende				m	4
SUPA	Unterdrückung der aktuellen Nullpunktverschiebung, einschließlich programmierter Verschiebungen, Systemframes, Handradverschiebungen				s	9

	(DRF), externer Nullpunktverschiebung und überlagerte Bewegung					
T	Werkzeug aufrufen (wechseln nur, wenn im Maschinendatum festgelegt; ansonsten M6-Befehl nötig)	1, ..., 32 000	Aufruf über T-Nr.: oder über Werkzeug-bezeichner:	z. B. T3 bzw. T=3 z. B. T="BOHRER"		
TCARR	Werkzeugträger (Nummer "m") anfordern	Integer	m=0: aktiven WZ-Träger abwählen	TCARR=1		
TCOABS [1]	Werkzeuglängenkomponenten aus der aktuellen Werk-zeugorientierung bestimmen		Nötig nach Um-rüsten, z. B. durch manuelle Einstellung		m	42
TCOFR	Werkzeuglängenkomponenten aus der Orientierung des aktiven Frames bestimmen				m	42
TCOFRX	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in X-Richtung		WZ senkrecht zur schrägen Fläche		m	42
TCOFRY	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Y-Richtung		WZ senkrecht zur schrägen Fläche		m	42
TCOFRZ	Werkzeugorientierung eines aktiven Frames bei der Werkzeugwahl bestimmen, Werkzeug zeigt in Z-Richtung		WZ senkrecht zur schrägen Fläche		m	42
TILT [5]	Seitwärtswinkel	Real			m	
TMOF	Werkzeugüberwachung abwählen		T-Nr. nur notwendig, wenn Werk-zeug mit dieser Nr. nicht aktiv.	TMOF (T-Nr.)		
TMON	Werkzeugüberwachung anwählen		T-Nr. = 0: Überwachung für alle Werkzeuge ausschalten	TMON (T-Nr.)		
TOFRAME	Aktuellen programmierbaren Frame auf Werkzeugkoordinatensystem setzen		Framedrehung in Werkzeug-richtung		m	53
TOFRAMEX	X-Achse parallel zur Werkzeugrichtung, Nebenachse Y, Z				m	53
TOFRAMEY	Y-Achse parallel zur Werkzeugrichtung, Nebenachse Z, X				m	53
TOFRAMEZ	Z-Achse parallel zur Werkzeugrichtung, Nebenachse X, Y				m	53
TOROTOF	Framrdrehungen in Werzeugrichung AUS				m	53
TOROT	Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		Framedrehun-gen EIN Rotationsanteil des pro-grammierbaren Frame		m	53
TOROTX	X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung				m	53
TOROTY	Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung				m	53
TOROTZ	Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung				m	53
TOWSTD	Grundstellungswert für Korrekturen in der Werkzeuglänge		Einrechnung des Werkzeug-		m	56

TOWBCS	Verschleißwerte im Basiskoordinatensystem (BKS)		verschleiß		m	56
TOWKCS	Verschleißwerte im Koordinatensystem des Werkzeugkopfes bei kinetischer Transformation (unterscheidet sich vom MKS durch Werkzeugdrehung)				m	56
TOWMCS	Verschleißwerte im Maschinenkoordinatensystem (MKS)				m	56
TOWTCS	Verschleißwerte im Werkzeugkoordinatensystem (Werkzeugträgerbezugspunkt T an der Werkzeughalteraufnahme)				m	56
TOWWCS	Verschleißwerte im Werkstückkoordinatensystem (WKS)				m	56
TRAFOOF	Transformation ausschalten			TRAFOOF( )		
TRANS	programmierbare Verschiebung (translation)			TRANS X... Y... Z... ;eigener Satz	s	3
TU	Achswinkel	Integer		TU=2	s	
TURN	Windungsanzahl für Schraubenlinie	0, ..., 999			s	
UPATH	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Kurvenparameter				m	45
VELOLIMA[5]	Reduktion oder Überhöhung der maximalen axialen Geschwindigkeit (velocity axial)	1, ..., 200	Gültigkeits-bereich ist 1 bis 200%	VELOLIMA[X]= ...[%]	m	
WAITE	Warten auf das Programmende in einem anderen Kanal.		Kanalnummer 1-10 oder $MC _CHAN_NAME	WAITE(1,1,2) oder WAITE(CH_X, CH_Y)		
WAITM	Warten auf Marker im angegeben. Kanal; vorhergeh. Satz mit Genauhalt beenden.		Kanalnummer 1-10 oder $MC _CHAN_NAME	WAITM(1,1,2) oder WAITM(CH_X, CH_Y)		
WAITMC	Warten auf Marker im angegeben. Kanal; Genauhalt nur, wenn die anderen Kanäle den Marker noch nicht erreicht haben.		Kanalnummer 1-10 oder $MC _CHAN_NAME	WAITMC(1,1,2) oder WAITM(CH_X, CH_Y)		
WAITP	Warten auf Verfahrende			WAITP(X) ; eigener Satz		
WAITS	Warten auf Erreichen der Spindelposition			WAITS (Hauptspindel) WAITS (n,n,n)		
WALCS0	WKS-Arbeitsfeldbegrenzung abgewählt				m	60
WALCS1	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 1 aktiv				m	60
WALCS2	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 2 aktiv				m	60
WALCS3	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 3 aktiv				m	60
WALCS4	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 4 aktiv				m	60
WALCS5	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 5 aktiv				m	60
WALCS6	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 6 aktiv				m	60
WALCS7	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 7 aktiv				m	60
WALCS8	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 8 aktiv				m	60
WALCS9	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 9 aktiv				m	60
WALCS10	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 10 akt.				m	60

WALIMOF	Arbeitsf.-Begrenzung AUS (working area limitation OFF)			;eigener Satz	m	28
WALIMON[1]	Arbeitsfeldbegrenzung EIN (working area limitation ON)			;eigener Satz	m	28
X	Achse	Real			m,s [3]	
Y	Achse	Real			m,s [3]	
Z	Achse	Real			m,s [3]	

Legende:

[1] Standardeinstellung bei Programmanfang (im Auslieferungsstand der Steuerung, wenn nichts anderes programmiert ist).

[2] Die Gruppen-Numerierung entspricht der Tabelle im Abschnitt "Liste der G-Funktionen/Wegbedingungen"

[3] Absolute Endpunkte: modal; inkrementale Endpunkte: satzweise; ansonsten modal/satzweise in Abhängigkeit von der Syntaxbestimmung G-Funktion

[4] Als Kreismittelpunkte wirken IPO-Paramter inkrementell. Mit AC können sie absolut programmiert werden. Bei anderen Bedeutungen (z. B. Gewindesteigung) wird die Adressmodifikation ignoriert.

[5] Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK 810D

[6] Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK 810D/NCU571

[7] Schlüsselwort gilt nur für SINUMERIK FM-NC

[8] Der OEM-Anwender kann zwei zusätzliche Interpolationsarten einbringen. Die Namen kann der OEM-Anwender verändern.

[9] Für diese Funktionen ist die erweiterte Adressschreibweise nicht zulässig.

12.2 Liste der Adressen

Liste der Adressen

Die Liste der Adressen setzt sich zusammen aus

- Adressbuchstaben
- Feste Adressen
- Feste Adressen mit Achserweiterung
- Einstellbare Adressen

Adressenbuchstaben

Verfügbare Adressenbuchstaben

Buchstabe	Bedeutung	Numerische Erweiterung
A	Einstellbarer Adressbezeichner	x
B	Einstellbarer Adressbezeichner	x
C	Einstellbarer Adressbezeichner	x
D	An-/Abwahl der Werkzeuglängenkorrektur, Werkzeugschneide	
E	Einstellbarer Adressbezeichner	
F	Vorschub Verweilzeit in Sekunden	x
G	G-Funktion	
H	H-Funktion	x
I	Einstellbarer Adressbezeichner	x
J	Einstellbarer Adressbezeichner	x
K	Einstellbarer Adressbezeichner	x
L	Unterprogramme, -aufruf	
M	M-Funktion	x
N	Nebensatz-Nummer	
O	frei	
P	Programmdurchlaufzahl	
Q	Einstellbarer Adressbezeichner	x
R	Variablen-Bezeichner (Rechen-Parameter)/einstellbarer Adressbezeichner ohne numer. Erweiterung	x
S	Spindel-Wert Verweilzeit in Spindelumdrehungen	x x
T	Werkzeugnummer	x
U	Einstellbarer Adressbezeichner	x
V	Einstellbarer Adressbezeichner	x

W	Einstellbarer Adressbezeichner	x
X	Einstellbarer Adressbezeichner	x
Y	Einstellbarer Adressbezeichner	x
Z	Einstellbarer Adressbezeichner	x
%	Anfangs- und Trennzeichen bei der Übertragung von Dateien	
:	Hauptsatznummer	
/	Ausblendkennung	

Verfügbare feste Adressen

Adress-bezeichner	Adresstyp	Modal/ satz-weise	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Datentyp
L	Unterpro-grammnr.	s									vorzeichenlos Integer
P	Unterpro-grammdurch-laufzahl	s									vorzeichenlos Integer
N	Satznummer	s									vorzeichenlos Integer
G	G-Funktion	s. Liste der G-Funk-tionen									vorzeichenlos Integer
F	Vorschub, Verweilzeit	m, s	x							x	vorzeichenlos Real
OVR	Override	m									vorzeichenlos Real
S	Spindel, Verweilzeit	m,s								x	vorzeichenlos Real
SPOS	Spindel-position	m	x	x	x						Real
SPOSA	Spindel-position über Satzgrenzen hinweg	m	x	x	x						Real
T	Werkzeug-nummer	m								x	vorzeichenlos Integer
D	Korrektur-nummer	m								x	vorzeichenlos Integer
M, H,	Hilfs-funktionen	s								x	M: vorzeichenlos Integer H: Real

Feste Adressen mit Achserweiterung

Adress-bezeichner	Adresstyp	Modal bzw. satz-weise	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Datentyp
AX: Axis	Variabler Achs-bezeichner	*)	x	x	x	x	x	x			Real
IP: Interpola-tion parameter	Variabler Interpola-tionspara-meter	s	x	x	x	x	x				Real
POS: Positioning axis	Positionier-achse	m	x	x	x	x	x	x	x		Real
POSA: Positioning axis above end of block	Positionier-achse über Satzgrenzen	m	x	x	x	x	x	x	x		Real
POSP: Positioning axis in parts	Positionieren in Teilstücken (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			Real: Endposition/ Real: Teillänge Integer: Option
PO: Polynom [1])	Polynomko-effizient	s	x	x							Vorzeichenlos Real 1 - 8 mal
FA: Feed axial	Axialer Vorschub	m	x							x	Vorzeichenlos Real
FL: Feed limit	Axialer Grenz-Vorschub	m	x								Vorzeichenlos Real
OVRA: Override	Axialer Override	m	x								Vorzeichenlos Real
ACC [2]): Accelera-tion axial	Axiale Beschleuni-gung	m									Vorzeichenlos Real
FMA: Feed multiple axial	Synchron-Vorschub axial	m	x								Vorzeichenlos Real
STA: Sparking out time axial	Ausfeuerzeit axial	m									Vorzeichenlos Real
SRA: Sparking out retract	Rückzugsweg bei externem Eingang axial	m	x	x							Vorzeichenlos Real
OS: Oscillating on/off	Pendel ein/aus	m									Vorzeichenlos Integer
OST1: Oscillating	Haltezeit im linken	m									Real

time 1	Umkehrpunkt (Pendeln)										
OST2: Oscillating time 2	Haltezeit im rechten Umkehrpunkt (Pendeln)	m									Real
OSP1: Oscillating Position 1	Li. Umkehrpunkt (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSP2: Oscillating Position 2	Re. Umkehr-punkt (Pendeln)	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSB: Oscillating start position	Pendeln Startpunkt	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSE: Oscillating end position	Pendeln Endpunkt	m	x	x	x	x	x	x			Real
OSNSC: Oscillating: number spark out cycles	Ausfunk-anzahl Pendeln	m									Vorzeichenlos Integer
OSCTRL: Oscillating control	Optionen Pendeln	m									Vorzeichenlos Integer: Setz-optionen, Vorzeichenlos Integer: Rücksetz-optionen
OSCILL: Oscillating	Achszuord-nung für Pendeln, Pendeln einschalten	m									Axis: 1 - 3 Zustellachsen
FDA: Feed DRF axial	Axialer Vorschub für Handrad-überlagerung	s	x								Vorzeichenlos Real
FGREF	Bezugsradius	m	x	x							Vorzeichenlos Real
POLF	Position LIFTFAST	m	x	x							Vorzeichenlos Real
FXS: Fixed stop	Fahren auf Festanschlag ein	m									Vorzeichenlos Integer
FXST: Fixed stop torque	Moment-grenze für Fahren auf Festanschlag	m									Real
FXSW: Fixed stop	Überwa-chungs-	m									Real

window	fenster für Fahren auf Festanschlag										

Bei diesen Adressen wird in eckigen Klammern eine Achse oder ein Ausdruck vom Typ Achse angegeben. Der Datentyp in der rechten Spalte ist der Typ des zugewiesenen Wertes.
*) Absolute Endpunkte: modal, inkrementelle Endpunkte: satzweise, ansonsten modal/satzweise in Abhängigkeit von der Syntaxbestimmung G-Funktion.

[1]) Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK FM-NC.

[2]) Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK FM-NC/810D.

Einstellbare Adressen

Adress-bezeichner	Adresstyp	Modal/ satz-weise	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Max. An-zahl	Datentyp
Achswerte und Endpunkte												
X, Y, Z, A, B, C	Achse	*)	x	x	x	x	x	x		8		Real
AP: Angle polar	Polarwinkel	m/s*	x	x	x					1		Real
RP: Radius polar	Polarradius	m/s*	x	x	x	x	x			1		Vorzeichen-los Real
Werkzeugorientierung												
A2, B2, C2 [1])	Eulerwinkel oder RPY-Winkel	s								3		Real
A3, B3, C3 [1])	Richtungs-vektorkom-ponente	s								3		Real
A4, B4, C4 für Satzanfang [1])	Normalen-vektorkom-ponente	s								3		Real
A5, B5, C5 für Satzende [1])	Normalen-vektorkom-ponente	s								3		Real
A6, B6, C6 normierter Vektor [1])	Richtungs-vektorkom-ponente	s								3		Real
A7, B7, C7 normierter Vektor [1])	Zwischen-orientie-rungskom-ponente	s								3		Real
LEAD: Lead Angle [1])	Voreil-winkel	m								1		Real

THETA: dritte Freiheitsgrad Werkzeug-Orientierung[1])	Drehwinkel Drehung um die WZ-Richtung	s			x	x	x			1		Real
TILT: Tilt Angle [1])	Seitwärts-winkel	m								1		Real
ORIS:[1]) Orientation Smoothing Factor	Orientie-rungs-änderung (bezogen auf die Bahn)	m								1		Real
Interpolationsparameter												
I, J, K** I1, J1, K1	Interpola-tionspara-meter Zwischen-punktkoor-dinate	s s	x x	x x	 x	x** x	x** x			3		Real Real
RPL: Rotation plane	Drehung in der Ebene	s								1		Real
CR: Circle -Radius	Kreisradius	s	x	x						1		Vorzeichen-los Real
AR: Angle circular	Öffnungs-winkel									1		Vorzeichen-los Real
TURN	Windungs-anzahl für Schrauben-linie	s								1		Vorzeichenl-os Integer
PL: Parameter - Interval - Length	Parameter - Intervall - Länge	s								1		Vorzeichen-los Real
PW: Point - Weight	Punkt - Gewicht	s								1		Vorzeichen-los Real
SD: Spline - Degree	Spline - Grad	s								1		Vorzeichenlo s Integer
TU: Turn	Turn	m										Vorzeichenl. Int
STAT: State	State	m										Vorzeichen-los Integer
SF: Spindle offset	Startpunkt-versatz für Gewinde-schneiden	m								1		Real
DISR: Distance for repositioning	Repos-Abstand	s	x	x						1		Vorzeichen-los Real
DISPR: Distance path for	Repos-Bahn-differenz	s	x	x						1		Vorzeichen-los Real

repositioning												
ALF: Angle lift fast	Schnellab-hebe-Winkel	m								1		Vorzeichen-los Integer
DILF: Distance lift fast	Schnellab-hebe-Länge	m	x	x						1		Real
FP	Festpunkt: Nr. des anzufahr. Fest-punktes	s								1		Vorzeichen-los Integer
RNDM: Round modal	Rundung modal	m	x	x						1		Vorzeichen-los Real
RND: Round	Rundung satzweise	s	x	x						1		Vorzeichen-los Real
CHF: Chamfer	Fase satzweise	s	x	x						1		Vorzeichen-los Real
CHR: Chamfer	Fase in ursprüng-licher Bewe-gungs-richtung	s	x	x						1		Vorzeichen-los Real
ANG: Angle	Konturzug-Winkel	s								1		Real
ISD: Insertion depth	Eintauch-tiefe	m	x	x						1		Real
DISC: Distance	Überhö-hung Über-gangskreis Werkzeug-korrektur	m	x	x						1		Vorzeichen-los Real
OFFN	Offsetkon-tur - normal	m	x	x						1		Real
DITS	Gewinde-einlaufweg	m	x	x						1		Real
DITE	Gewinde-auslaufweg	m	x	x						1		Real
Nibbeln/Stanzen												
SPN: Stroke/Punch Number [2])	Anzahl der Teilstrecken pro Satz	s								1		INT
SPP: Stroke/Punch Path [2])	Länge einer Teilstrecke	m								1		Real
Schleifen												
ST: Sparking out time	Ausfeuer-zeit	s								1		Vorzeichen-los Real

SR: Sparking out retract path	Rückzugs-weg	s	x	x						1		Vorzeichen-los Real
Überschleifkriterien												
ADIS	Über-schleif-abstand	m	x	x						1		vorzeichenlo s Real
ADISPOS	Über-schleif-abstand für Eilgang	m	x	x						1		Vorzeichen-los Real
Messen												
MEAS: Measure	Messen mit schalten-dem Taster	s								1		Vorzeichen-los Integer
MEAW: Measure without dele-ting distance to go	Messen mit schalten-dem Taster ohne Restweg-löschen	s								1		Vorzeichen-los Integer
Achs-, Spindelverhalten												
LIMS: Limit spindle speed	Spindel-drehzahl-begren-zung	m								1		Vorzeichen-los Real
Vorschübe												
FAD	Geschwin-digkeit der langsamen Zustell-bewegung	s		x						1		Vorzeichen-los Real
FD: Feed DRF	Bahn-vorschub für Hand-radüber-lagerung	s		x						1		Vorzeichen-los Real
FRC	Vorschub für Radius und Fase	s		x								Vorzeichen-los Real
FRCM	Vorschub für Radius und Fase modal	m		x								Vorzeichen-los Real
OEM Adressen												
OMA1: OEM-Adress 1 [2])	OEM - Adresse 1	m				x	x	x		1		Real
OMA2: OEM-Adress 2 [2])	OEM - Adresse 2	m				x	x	x		1		Real
OMA3: OEM-Adress 3 [2])	OEM - Adresse 3	m				x	x	x		1		Real

OMA4: OEM-Adress 4 [2])	OEM - Adresse 4	m				x	x	x		1		Real
OMA5: OEM-Adress 5 [2])	OEM - Adresse 5	m				x	x	x		1		Real

*) Absolute Endpunkte: modal, inkrementelle Endpunkte: satzweise, ansonsten modal/satzweise in Abhängigkeit von der syntaxbestimmenden G-Funktion.

**) Als Kreismittelpunkte wirken IPO-Parameter inkrementell. Mit AC können sie absolut programmiert werden. Bei anderen Bedeutungen (z. B. Gewindesteigung) wird die Adressmodifikation ignoriert.

[1]) Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK FM-NC/810D

[2]) Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK FM-NC/810D/NCU571.

12.3 Liste der G-Funktionen/Wegbedingungen

Liste der G-Funktionen/Wegbedingungen

In der Liste der G-Funktionen/Wegbefehle finden Sie alle vorhandenen G-Codes jeweils geordnet nach den zugehörigen Funktionsgruppen.

Legende für die Beschreibung der G-Gruppen

Nr.: interne Nummer für z. B. PLC-Schnittstelle
X: Nr. für GCODE_RESET_VALUES nicht erlaubt
m: modal **oder** s: satzweise
Std.: Standardeinstellung Siemens AG (SAG), F: Fräsen, D: Drehen oder andere Festlegungen
MH.: Standardeinstellung siehe Angaben des Maschinen-Herstellers

Gruppe 1: Modal wirksame Bewegungsbefehle						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G0	1.	Eilgangsbewegung		m		
G1	2.	Linearinterpolation (Geradeninterpolation)		m	Std.	
G2	3.	Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn		m		
G3	4.	Kreisinterpolation gegen Uhrzeigersinn		m		
CIP	5.	Circle through points: Kreisinterpolation über Zwischenpunkt		m		
ASPLINE	6.	Akima-Spline		m		
BSPLINE	7.	B-Spline		m		
CSPLINE	8.	Kubischer Spline		m		
POLY	9.	Polynom: Polynom-Interpolation		m		
G33	10.	Gewindeschneiden mit konstanter Steigung		m		
G331	11.	Gewindebohren		m		
G332	12.	Rückzug (Gewindebohren)		m		
OEMIPO1 ##	13.	reserviert		m		
OEMIPO2 ##	14.	reserviert		m		
CT	15.	Kreis mit tangentialem Übergang		m		
G34	16.	Gewindesteigungszunahme (progressiver Änderung)		m		
G35	17.	Gewindesteigungsabnahme (degressiver Änderung)		m		
INVCW	18.	Evolventeninterpolation im Uhrzeigersinn		m		
INVCCW	19.	Evolventeninterpolation im Gegenuhrzeigersinn		m		

Ist bei modalen G-Funktionen keine Funktion aus der Gruppe programmiert, so wirkt die über Maschinendatum änderbare Standardeinstellung: $MC_GCODE_RESET_VALUES

Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D/NCU571.

Gruppe 2: Satzweise wirksame Bewegungen, Verweilzeit						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G4	1.	Verweilzeit, zeitlich vorbestimmt	X	s		
G63	2.	Gewindebohren ohne Synchronisation	X	s		
G74	3.	Referenzpunktfahren mit Synchronisation	X	s		
G75	4.	Festpunktfahren	X	s		
REPOSL	5.	Repositioning linear: Wiederanfahren an die Kontur linear	X	s		
REPOSQ	6.	Repositioning quarter circle: Wiederanfahren an die Kontur im Viertelkreis	X	s		
REPOSH	7.	Repositioning semi circle: Wiederanfahren an die Kontur im Halbkreis	X	s		
REPOSA	8.	Repositioning linear all axis: Wiederanfahren an die Kontur linear mit allen Achsen	X	s		
REPOSQA	9.	Repositioning Quarter Circle All Axis: Wiederanfahren an die Kontur mit allen Achsen, Geometrieachsen im Viertelkreis	X	s		
REPOSHA	10.	Repositioning Semi Circle All Axis: Wiederanfahren an die Kontur mit allen Achsen, Geometrieachsen im Halbkreis	X	s		
G147	11.	Weiches Anfahren mit Gerade	X	s		
G247	12.	Weiches Anfahren mit Viertelkreis	X	s		
G347	13.	Weiches Anfahren mit Halbkreis	X	s		
G148	14.	Weiches Abfahren mit Gerade	X	s		
G248	15.	Weiches Abfahren mit Viertelkreis	X	s		
G348	16.	Weiches Abfahren mit Halbkreis	X	s		
G05	17.	Schrägeinstechschleifen	X	s		
G07	18.	Ausgleichsbewegung beim Schrägeinstechschleifen	X	s		

Gruppe 3: Programmierbarer Frame, Arbeitsfeldbegrenzung und Polprogrammmierung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
TRANS	1.	TRANSLATION: programmierbare Verschiebung	X	s		
ROT	2.	ROTATION: programmierbare Drehung	X	s		
SCALE	3.	SCALE: programmierbare Skalierung	X	s		
MIRROR	4.	MIRROR: programmierbare Spiegelung	X	s		
ATRANS	5.	Additive TRANSLATION: additive programmierbare Verschiebung	X	s		
AROT	6.	Additive ROTATION: programmierbare Drehung	X	s		
ASCALE	7.	Additive SCALE: programmierbare Skalierung	X	s		
AMIRROR	8.	Additive MIRROR: programmierbare Spiegelung	X	s		
	9.	frei				
G25	10.	Minimale Arbeitsfeldbegrenzung/Spindeldrehzahlbegrenzung	X	s		
G26	11.	Maximale Arbeitsfeldbegrenzung/Spindeldrehzahlbegrenzung	X	s		
G110	12.	Polprogrammierung relativ zur letzten programmierten Sollposition	X	s		
G111	13.	Polprogrammierung relativ zum Nullpunkt des aktuellen Werkstückkoordinatensystems	X	s		
G112	14.	Polprogrammierung relativ zum letzten gültigen Pol	X	s		
G58	15.	Programmierbare Verschiebung, absolut axial ersetzend	X	s		
G59	16.	Programmierbare Verschiebung, additiv axial ersetzend	X	s		

ROTS	17.	Rotation mit Raumwinkeln	X	s		
AROTS	18.	Additive Rotation mit Raumwinkeln	X	s		

Gruppe 4: FIFO						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
STARTFIFO	1.	Start FIFO Abarbeiten und parallel dazu Auffüllen des Vorlaufpuffers		m	Std.	
STOPFIFO	2.	STOP FIFO, Anhalten der Bearbeitung; Füllen des Vorlaufspeichers, bis STARTFIFO erkannt wird, Vorlaufspeicher voll oder Programmende		m		
FIFOCTRL	3.	FIFO CTRL, Steuerung des Vorlaufspeichers		m		

Gruppe 6: Ebenenwahl						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G17	1.	Ebenenanwahl 1. - 2. Geometrieachse		m	Std.	
G18	2.	Ebenenanwahl 3. - 1. Geometrieachse		m		
G19	3.	Ebenenanwahl 2. - 3. Geometrieachse		m		

Gruppe 7: Werkzeugradiuskorrektur						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G40	1.	Keine Werkzeugradiuskorrektur		m	Std.	
G41	2.	Werkzeugradiuskorrektur links von der Kontur	X	m		
G42	3.	Werkzeugradiuskorrektur rechts von der Kontur	X	m		

Gruppe 8: Einstellbare Nullpunktverschiebung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G500	1.	Ausschalten aller einstellbaren Frames G54-G57, wenn in G500 kein Wert steht		m	Std.	
G54	2.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m		
G55	3.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m		
G56	4.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m		
G57	5.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m		
G505	6.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m		
G5xx	n+1	n. einstellbare Nullpunktverschiebung		m		
G599	100.	einstellbare Nullpunktverschiebung		m		

Mit den G-Funktionen dieser Gruppe wird jeweils ein einstellbarer Anwender-Frame $P_UIFR[ ] aktiviert.
G54 entspricht Frame $P_UIFR[1], G505 entspricht Frame $P_UIFR[5].
Die Anzahl der einstellbaren Anwender-Frames und damit die Anzahl der G-Funktionen in dieser Gruppe ist über das Maschinendatum $MC_MM_NUM_USER_FRAMES parametrierbar.

Gruppe 9: Frame-Unterdrückung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G53	1.	Unterdrückung der aktuellen Frames: programmierbares Frame einschließlich Systemframe für TOROT und TOFRAME und aktives einstellbares Frame G54 ... G599	X	s		
SUPA	2.	Unterdrückung wie G153 und inklusive Systemframes für Istwersetzen, Ankratzen, ext. Nullpunktverschiebung, PAROT einschließlich Handradverschiebungen (DRF), [externe Nullpunktverschiebung], überlagerte Bewegung	X	s		
G153	3.	Unterdrückung wie G53 und inklusive aller kanalspezifischen und/oder NCU-globalen Basisframe	X	s		

Gruppe 10: Genauhalt - Bahnsteuerbetrieb						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G60	1.	Geschwindigkeitsabnahme, Genauhalt		m	Std.	
G64	2.	Bahnsteuerbetrieb		m		
G641	3.	Bahnsteuerbetrieb (G64) mit programmierbarem Überschleifabstand		m		
G642	4.	Überschleifen mit axialer Genauigkeit		m		
G643	5.	Satzinternes axiales Überschleifen		m		
G644	6.	Überschleifen mit Vorgabe der Achsdynamik		m		

Gruppe 11: Genauhalt satzweise						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G9	1.	Geschwindigkeitsabnahme, Genauhalt	X	s		

Gruppe 12: Satzwechselkriterien bei Genauhalt (G60/G09)						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G601	1.	Satzwechsel bei Genauhalt fein		m	Std.	
G602	2.	Satzwechsel bei Genauhalt grob		m		
G603	3.	Satzwechsel bei IPO-Satzende		m		

Gruppe 13: Werkstückvermaßung Inch/metrisch						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G70	1.	Eingabesystem inch (Längen)		m		
G71	2.	Eingabesystem metrisch (Längen)		m	Std.	
G700	3.	Eingabesystem inch; inch/min (Längen + Geschwindigkeit + Systemvariable)		m		
G710	4.	Eingabesystem metrisch; mm; mm/min (Längen + Geschw. + Systemvariable)		m		

Gruppe 14: Werkstückvermaßung absolut/inkremental						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G90	1.	Bezugsmaßeingabe		m	Std.	
G91	2.	Kettenmaßangabe		m		

Gruppe 15: Vorschubtyp						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G93	1.	Zeitreziproker Vorschub 1/min		m		
G94	2.	Linear-Vorschub mm/min, inch/min		m	Std.	
G95	3.	Umdrehungsvorschub in mm/U, inch/U		m		
G96	4.	Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vorschubtyp wie bei G95) EIN		m		
G97	5.	Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vorschubtyp wie bei G95) AUS		m		
G931	6.	Vorschubvorgabe durch Verfahrzeit, konst. Bahngeschwindigkeit ausschalten		m		
G961	7.	Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vorschubtyp wie bei G94) EIN		m		
G971	8.	Konstante Schnittgeschwindigkeit (Vorschubtyp wie bei G94) AUS		m		
G942	9.	Linear-Vorschub und konstante Schnittgeschw. oder Spindeldrehzahl einfrieren		m		
G952	10.	Umdrehungsvorschub u. konst. Schnittgeschw. oder Spindeldrehzahl einfrieren		m		
G962	11.	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub und konst. Schnittgeschwindigkeit		m		
G972	12.	Linear-Vorschub oder Umdrehungsvorschub u. konst. Spindeldrehzahl einfrieren		m		

Gruppe 16: Vorschubkorrektur an Innen- und Außenkrümmung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
CFC	1.	Constant feed at contour Konstanter Vorschub an der Kontur		m	Std.	
CFTCP	2.	Constant feed in tool-center-point Konstanter Vorschub in Werkzeugschneidenbezugspunkt (Mittelpunktsbahn)		m		
CFIN	3.	Constant feed at internal radius, acceleration at external radius		m		

		Konstanter Vorschub bei Innenkrümmung, Beschleunigung an Außenkrümmung				

Gruppe 17: An-, Abfahrverhalten Werkzeugkorrektur						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
NORM	1.	Normalenstellung im Anfangs-, Endpunkt		m	Std.	
KONT	2.	Kontur umfahren im Anfangs-, Endpunkt		m		
KONTT	3.	Tangentenstetiges Polynom einfügen (an-/abfahren)		m		
KONTC	4.	Krümmungsstetiges Polynom einfügen (an-/abfahren)		m		

Gruppe 18: Eckenverhalten Werkzeugkorrektur						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G450	1.	Übergangskreis (Werkzeug umfährt Werkstückecken auf einer Kreisbahn)		m	Std.	
G451	2.	Schnittpunkt der Äquidistanten (Werkzeug schneidet in der Werkstückecke frei)		m		

Gruppe 19: Kurvenübergang bei Spline-Beginn						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
BNAT	1.	Begin natural: natürlicher Übergang zum ersten Spline-Satz		m	Std.	
BTAN	2.	Begin tangential: tangentialer Kurvenübergang zum ersten Spline-Satz		m		
BAUTO	3.	Begin not a knot: (kein Knoten) Anfang ergibt sich aus der Lage des 1. Punktes		m		

Gruppe 20: Kurvenübergang bei Spline-Ende						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
ENAT	1.	End natural: natürlicher Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz		m	Std.	
ETAN	2.	End tangential: tangentialer Kurvenübergang zum nächsten Verfahrsatz bei Spline-Beginn		m		
EAUTO	3.	End not a knot: (kein Knoten) Ende ergibt sich aus der Lage des letzten Punktes		m		

Gruppe 21: Beschleunigungsprofil						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
BRISK	1.	Sprungförmige Bahnbeschleunigung		m	Std.	
SOFT	2.	Rückbegrenzte Bahnbeschleunigung		m		
DRIVE	3.	Geschwindigkeitsabhängige Bahnbeschleunigung		m		

Gruppe 22: Werkzeugkorrekturtypen						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
CUT2D	1.	Cutter - compensation - type 2dimensional 2 1/2D Werkzeugkorrektur durch G17-G19 bestimmt		m	Std.	
CUT2DF	2.	Cutter - compensation - type 2dimensional frame - relative: 2 1/2D Werkzeugkorrektur durch Frame bestimmt Die Werkzeugkorrektur wirkt relativ zum aktuellen Frame (schräge Ebene)		m		
CUT3DC #	3.	Cutter - compensation - type 3dimensional circumference: 3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen		m		
CUT3DF #	4.	Cutter - compensation - type 3dimensional face: 3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit nicht konstanter Werkzeugorientierung		m		
CUT3DFS #	5.	Cutter - compensation - type 3dimensional face: 3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit fester Werkzeugorientierung unabhängig vom aktiven Frame		m		
CUT3DFF #	6.	Cutter - compensation - type 3dimensional face frame: 3D Werkzeugkorrektur Stirnfräsen mit fester Werkzeugorientierung abhängig vom aktiven Frame		m		
CUT3DCC #	7.	Cutter - compensation - type 3dimensional circumference: 3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen		m		
CUT3DCCD #	8.	Cutter - compensation - type 3dimensional circumference: 3D Werkzeugkorrektur Umfangsfräsen mit Begrenzungsflächen mit Differenzwerkz.		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D/NCU571.

Gruppe 23: Kollisionsüberwachung an Innenkonturen						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
CDOF	1.	Collision detection off: Kollisionsüberwachung aus		m	Std.	
CDON	2.	Collision detection on: Kollisionsüberwachung ein		m		
CDOF2	3.	Collision detection off: Kollisionsüberwachung aus (derzeit nur für CUT3DC)		m		

Gruppe 24: Vorsteuerung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
FFWOF	1.	Feed forward off: Vorsteuerung aus		m	Std.	
FFWON	2.	Feed forward off: Vorsteuerung ein		m		

Gruppe 25: Bezug Werkzeugorientierung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
ORIWKS #	1.	Tool orientation in workpiece coordinate system: Werkzeugorientierung im Werkstück-Koordinatensystem (WKS)		m	Std.	
ORIMKS #	2.	Tool orientation in machine coordinate system: Werkzeugorientierung im Maschinen-Koordinatensystem (MKS)		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D/NCU571.

Gruppe 26: Wiederanfahrpunkt für REPOS						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
RMB	1.	Repos - Mode begin of block: Wiederanfahren an Satzanfangspunkt		m		
RMI	2.	Repos - Mode interrupt: Wiederanfahren an Unterbrechungspunkt		m	Std.	
RME	3.	Repos - Mode end of block: Wiederanfahren an Satzendpunkt		m		
RMN	4.	Repos - Mode end of nearest orbital block: Wiederanfahren an nächstliegenden Bahnpunkt		m		

Gruppe 27: Werkzeugkorrektur bei Orientierungsänderung an Außenecken						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
ORIC #	1.	Orientation change continuously: Orientierungsänderungen an Außenecken werden dem einzufügenden Kreissatz überlagert		m	Std.	
ORID #	2.	Orientation change discontinuously: Orientierungsänderungen werden vor dem Kreissatz ausgeführt		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D/NCU571.

Gruppe 28: Arbeitsfeldbegrenzung ein/aus						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
WALIMON	1.	Working area limitation on: Arbeitsfeldbegrenzung ein		m	Std.	
WALIMOF	2.	Working area limitation off: Arbeitsfeldbegrenzung aus		m		

Gruppe 29: Radius - Durchmesser						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
DIAMOF	1.	Diametral programming off: Durchmesserprogrammierung aus; Radiusprogrammierung für G90/G91		m	Std.	
DIAMON	2.	Diametral programming on: Durchmesserprogrammierung ein für G90/G91		m		
DIAM90	3.	Diametral programming G90: Durchmesserprogrammierung für G90; Radiusprogrammierung für G91		m		
DIAMCYCOF	4.	Diametral programming off: Radiusprogrammierung für G90/G91 eingeschaltet. Für die Anzeige bleibt der zuletzt aktive G-Code dieser Gruppe aktiv.		m		

Gruppe 30: Compressor ein/aus						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
COMPOF #	1.	Compressor aus		m	Std.	
COMPON #	2.	Compressor ein		m		
COMPCURV #	3.	Compressor ein: krümmungsstetige Polynome		m		
COMPCAD #	4.	Compressor ein: Optimierte Oberflächengüte CAD-Programm		m		

Gruppe 31: OEM - G-Gruppe						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G810 #	1.	OEM - G-Funktion			Std.	
G811 #	2.	OEM - G-Funktion				
G812 #	3.	OEM - G-Funktion				
G813 #	4.	OEM - G-Funktion				
G814 #	5.	OEM - G-Funktion				
G815 #	6.	OEM - G-Funktion				
G816 #	7.	OEM - G-Funktion				
G817 #	8.	OEM - G-Funktion				
G818 #	9.	OEM - G-Funktion				
G819 #	10.	OEM - G-Funktion				

Zwei G-Gruppen sind für den OEM-Anwender reserviert. Damit gibt er die Programmierung der von ihm eingebrachten Funktionen zur Programmierung nach außen.
Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D/NCU571.

Gruppe 32: OEM - G-Gruppe						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G820 #	1.	OEM - G-Funktion			Std.	
G821 #	2.	OEM - G-Funktion				
G822 #	3.	OEM - G-Funktion				
G823 #	4.	OEM - G-Funktion				
G824 #	5.	OEM - G-Funktion				
G825 #	6.	OEM - G-Funktion				
G826 #	7.	OEM - G-Funktion				
G827 #	8.	OEM - G-Funktion				
G828 #	9.	OEM - G-Funktion				
G829 #	10.	OEM - G-Funktion				

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

Gruppe 33: Einstellbare Werkzeugfeinkorrektur						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
FTOCOF #	1.	Fine - Tool - Offset - Compensation off: online wirksame Werkzeugfeinkorrektur aus		m	Std.	
FTOCON #	2.	Fine - Tool - Offset - Compensation on: online wirksame Werkzeugfeinkorrektur ein	X	m		

Gruppe 34: Glättung Werkzeugorientierung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
OSOF #	1.	Glättung Werkzeugorientierung aus		m	Std.	
OSC #	2.	Konstante Glättung Werkzeugorientierung		m		
OSS #	3.	Glättung Werkzeugorientierung am Satzende		m		
OSSE #	4.	Glättung Werkzeugorientierung am Satzanfang und -ende		m		
OSD #	5	satzinternes Überschleifen mit Vorgabe der Weglänge		m		
OST #	6	satzinternes Überschleifen mit Vorgabe der Winkeltoleranz		m		

Gruppe 35: Stanzen und Nibbeln						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
SPOF #	1.	Stroke/Punch Off: Hub aus, Stanzen, Nibbeln aus		m	Std.	
SON #	2.	Stroke On: Nibbeln ein		m		
PON #	3.	Punch On: Stanzen ein		m		
SONS #	4.	Stroke On Slow: Nibbeln ein im IPO-Takt	X	m		
PONS #	5.	Punch On Slow: Stanzen ein im IPO-Takt	X	m		

Gruppe 36: Stanzen mit Verzögerung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
PDELAYON #	1.	Punch with Delay On: Verzögerung beim Stanzen ein		m	Std.	
PDELAYOF #	2.	Punch with Delay Off: Verzögerung beim Stanzen aus		m		

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D/NCU571.

Gruppe 37: Vorschubprofil						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
FNORM #	1.	Feed Normal: Vorschub normal nach DIN66025		m	Std.	
FLIN #	2.	Feed Linear: Vorschub linear veränderlich		m		
FCUB #	3.	Feed Cubic: Vorschub nach cubischem Spline veränderlich		m		

Gruppe 38: Zuordnung schnelle Ein-, Ausgänge für Stanzen/Nibbeln						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
SPIF1 #	1.	Stroke/Punch Interface 1: schnelle NCK-Ein-Ausgänge für Stanz./Nibbeln Byte 1		m	Std.	
SPIF2 #	2.	Stroke/Punch Interface 2: schnelle NCK-Ein-Ausgänge für Stanz./Nibbeln Byte 2		m		

Gruppe 39: Programmierbare Konturgenauigkeit						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
CPRECOF	1.	Contour Precision Off: programmierbare Konturgenauigkeit aus		m	Std.	
CPRECON	2.	Contour Precision On: programmierbare Konturgenauigkeit ein		m		

#Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK NCU571.

Gruppe 40: Werkzeugradiuskorrektur konstant						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
CUTCONOF	1.	Konstante Radiuskorrektur aus		m	Std.	
CUTCONON	2.	Konstante Radiuskorrektur ein		m		

Gruppe 41: Unterbrechung Gewindeschneiden						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
LFOF	1.	Unterbrechung von Gewindeschneiden aus		m	Std.	
LFON	2.	Unterbrechung von Gewindeschneiden ein		m		

Gruppe 42: Werkzeugträger						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
TCOABS	1.	Tool Carrier Orientation Absolute: Werkzeugträger Orientierung absolut		m	Std.	
TCOFR	2.	Werkzeugträger Orientierung Frame Ausrichtung des Werkzeugs an Z-Achse		m		
TCOFRZ	3.	Orientierbarer Werkzeugträger framebezogen (Werkzeug an Z-Achse)		m		
TCOFRY	4.	Orientierbarer Werkzeugträger framebezogen (Werkzeug an Y-Achse)		m		
TCOFRX	5.	Orientierbarer Werkzeugträger framebezogen (Werkzeug an X-Achse)		m		

Gruppe 43: Anfahrrichtung WAB						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G140	1.	Anfahrrichtung WAB festgelegt durch G41/G42		m	Std.	
G141	2.	Anfahrrichtung WAB links der Kontur		m		
G142	3.	Anfahrrichtung WAB rechts der Kontur		m		
G143	4.	Anfahrrichtung WAB tangentenabhängig		m		

Gruppe 44: Wegaufteilung WAB						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G340	1.	Anfahrsatz räumlich (Tiefe und in der Ebene zugleich (Helix))		m	Std.	
G341	2.	zuerst in der senkrechten Achse (Z) zustellen, dann Anfahren in der Ebene		m		

Gruppe 45: Bahnbezug der FGROUP-Achsen:						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
SPATH	1.	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Bogenlänge		m	Std.	
UPATH	2.	Bahnbezug für FGROUP-Achsen ist Kurvenparameter		m		

Gruppe 46: Ebenendefinition für Schnellabheben:						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
LFTXT	1.	Werkzeugrichtung beim Abheben tangential		m	Std.	
LFWP	2.	Werkzeugrichtung beim Abheben nicht tangential		m		
LFPOS	3.	Axiales Abheben auf eine Position		m		

Gruppe 47: Mode-Umschaltung für externen NC-Code						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G290	1.	Umschalten auf SINUMERIK-Mode (SINUMERIK-Sprachmode aktivieren)		m	Std.	
G291	2.	Umschalten auf ISO2/3-Mode (ISO-Sprachmode aktivieren)		m		

Gruppe 48: An-/Abfahrverhalten WRK						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
G460	1.	Kollisionsüberwachung für An- und Abfahrsatz ein		m	Std.	
G461	2.	Wenn kein Schnittpunkt im WRK-Satz, Randsatz mit Kreisbogen verlängern		m		
G462	3.	Wenn kein Schnittpunkt im WRK-Satz, Randsatz mit Gerade verlängern		m		

Gruppe 49: Punkt zu Punkt Bewegung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
CP	1.	**c**ontinuos **p**ath; Bahnbewegung		m	Std.	
PTP	2.	**p**oint **t**o **p**oint; Punkt zu Punkt Bewegung (Synchronachsbewegung)		m		
PTPG0	3.	**p**oint **t**o **p**oint; Punkt zu Punkt Bewegung nur bei G0, sonst Bahnbewegung CP		m		

Gruppe 50: Orientierungsprogrammierung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
ORIEULER	1.	Orientierungswinkel über Euler-Winkel		m	Std.	
ORIRPY	2.	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (Drehreihenfolge XYZ)		m		
ORIVIRT1	3.	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)		m		
ORIVIRT2	4.	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 2)		m		
ORIAXPOS	5.	Orientierungswinkel über virtuelle Orientierungsachsen mit Rundachspositionen		m		
ORIRPY2	6.	Orientierungswinkel über RPY-Winkel (Drehreihenfolge ZYX)		m		

Gruppe 51: Orientierungsinterpolation						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
ORIVECT	1.	Großkreisinterpolation (identisch mit ORIPLANE)		m	Std.	
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 im Gegenuhrzeigersinn		m		
ORICONIO	7.	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit Angabe einer Zwischenorientierg.		m		
ORICONTO	8.	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit tangentialem Übergang		m		
ORICURVE	9.	Interpolation mit zusätzlicher Raumkurve für die Orientierung		m		
ORIPATHS	10.	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn, Knick im Orientierungsverlauf wird geglättet		m		

Gruppe 52: Werkstückbezogenes WKS						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
PAROTOF	1.	Werkstückbezogene Framedrehung ausschalten		m	Std.	
PAROT	2.	Werkstückkoordinatensystem (WKS) am Werkstück ausrichten		m		

Gruppe 53: Framedrehungen in Werkzeugrichtung						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
TOROTOF	1.	Framedrehung in Werkzeugrichtung AUS		m	Std.	
TOROT	2.	Framedrehung ein Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOROTZ	3.	Framedrehung ein Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOROTY	4.	Framedrehung ein Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOROTX	5.	Framedrehung ein X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOFRAME	6.	Framedrehung in Werkzeugrichtung Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOFRAMEZ	7.	Framedrehung in Werkzeugrichtung Z-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		

TOFRAMEY	8.	Framedrehung in Werkzeugrichtung Y-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		
TOFRAMEX	9.	Framedrehung in Werkzeugrichtung X-Achse parallel zur Werkzeugorientierung		m		

Gruppe 54: Drehung des Drehvektors						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
ORIROTA	1.	Orientation Rotation Absolute Drehung **absolut**		m	Std.	
ORIROTR	2.	Orientation Rotation Relative **relativer** Drehvektor		m		
ORIROTT	3.	Orientation Rotation Tangential **tangentialer** Drehvektor zur Orientierungsänderung		m		
ORIROTC	4.	Orientation Rotation Tangential **tangentialer** Drehvektor zur Bahntangente		m		

Gruppe 55: Eilgangbewegung mit/ohne Linear-Interpolation						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
RTLION	1.	Rapid Traverse (G0) mit Linear-Interpolation On: G0 mit Linear-Interpolation		m	Std.	
RTLIOF	2.	Rapid Traverse (G0) mit Linear-Interpolation Off: G0 ohne Linear-Interpolation (Einzelachsinterpolation)		m		

Gruppe 56: Einrechnung des Werkzeugverschleiß						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
TOWSTD	1.	Tool Wear Standard Grundstellungswert für Korrekturen in der Werkzeuglänge		m	Std.	
TOWMCS	2.	Tool WearCoard MCS:Verschleißwerte im Maschinenkoordinatensystem (MKS)		m		
TOWWCS	3.	Tool WearCoard WCS:Verschleißwerte im Werkstückkoordinatensystem (WKS)		m		
TOWBCS	4.	Tool WearCoard BCS:Verschleißwerte im Basiskoordinatensystem (BKS)		m		
TOWTCS	5.	Tool WearCoard TCS:Verschleißwerte im Werkzeugkoordinatensystem (Werkzeugträgerbezugspunkt T an der Werkzeughalteraufnahme)		m		
TOWKCS	6.	Verschleißwerte im Koordinatensystem des Werkzeugkopfes bei kinetischer Transformationen (unterscheidet sich vom MKS durch Werzeugdrehung)		m		

Gruppe 57: Automatischer Eckenoverride						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
FENDNORM	1.	Eckenverzögerung ausgeschaltet		m	Std.	
G62	2.	Eckenverzögerung an Innenecken bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur		m		
G621	3.	Eckenverzögerung an allen Ecken		m		

Gruppe 58: Reserviert für Freifahren aus der Software-Endlage						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
RELIEVEON	1.	Freifahren aus dem Softwareendschalter ein		m		
RELIEVEOF	2.	Freifahren aus dem Softwareendschalter aus		m	Std.	

Gruppe 59: Technologie G-Gruppen						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
DYNNORM	1.	Normale Dynamik wie bisher		m	Std.	
DYNPOS	2.	Positionierbetrieb, Gewindebohren		m		
DYNROUGH	3.	Schruppen		m		
DYNSEMIFIN	4.	Schlichten		m		
DYNFINISH	5.	Feinschlichten		m		

Gruppe 60: Arbeitsfeldbegrenzungen						
Name	**Nr.**	**Bedeutung**	**X**	**m/s**	**SAG**	**MH**
WALCS0	1.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzung abgewählt		m	Std.	
WALCS1	2.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 1 aktiv		m		
WALCS2	3.	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 2 aktiv		m		
WALCS3	4	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 3 aktiv				
WALCS4	5	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 4 aktiv				
WALCS5	6	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 5 aktiv				
WALCS6	7	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 6 aktiv				
WALCS7	8	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 7 aktiv				
WALCS8	9	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 8 aktiv				
WALCS9	10	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 9 aktiv				
WALCS10	11	WKS-Arbeitsfeldbegrenzungsgruppe 10 aktiv				

12.4 Liste der vordefinierten Unterprogramme

12.4.1 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe

Liste der vordefinierten Unterprogramme

In der Liste der vordefinierten Unterprogramme finden Sie alle vorhandenen Unterprogramme jeweils nach Funktionen gruppiert.

Einige Steuerungsfunktionen werden mit der Syntax von Unterprogramm aufrufen aktiviert.

1. Koordinatensystem					
Schlüsselwort/ Funktions-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**3.-15. Parameter**	**4.-16. Parameter**	**Erläuterung**
PRESETON	AXIS*: Achsbezeich-ner Maschinen-achse	REAL: Preset-Verschiebung G700/G7100 Kontext	3.-15. Parameter wie 1 ...	4.-16. Parameter wie 2 ...	Istwertsetzen für die programmierten Achsen. Es wird jeweils ein Achsbezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert. Mit PRESETON können Preset-Verschiebungen für bis zu 8 Achsen programmiert werden.
DRFOF					DRF-Verschiebung löschen für alle dem Kanal zugeordneten Achsen

*) Anstelle der Maschinenachsbezeichner können generell auch die Geometrie- oder Zusatzachsbezeichner stehen, sofern eine eindeutige Abbildung möglich ist.

Vordefinierte Unterprogrammaufrufe

2. Achsverbände			
	1.-8. Parameter	**Erläuterung**	
FGROUP	Kanalachs-bezeichner	Variabler F-Wert-Bezug: Festlegung der Achsen, auf die sich der Bahnvorschub bezieht. Maximale Achsanzahl: 8 Mit FGROUP ( ) ohne Angabe von Parametern wird die Standardeinstellung für den F-Wert-Bezug aktiviert.	
	1.-8. Parameter	**2.-9. Parameter**	**Erläuterung**
SPLINEPATH	INT: Spline-Verband (muss 1 sein)	AXIS: Geometrie- oder Zusatzbe-zeichner	Festlegung des Spline-Verbandes Maximale Achsanzahl: 8

BRISKA	AXIS		Sprungförmige Achsbeschleunigung für die programmierten Achsen einschalten
SOFTA	AXIS		Ruckbegrenzte Achsbeschleunigung für die progr. Achsen einschalten
DRIVEA ###	AXIS		Geknickte Beschleunigungskennlinie für die progr. Achsen einschalten
JERKA	AXIS		Das über Maschinendatum $MA_AX_JERK_ENABLE eingestellte Beschleunigungsverhalten wirkt für die programmierten Achsen.

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D/NCU571.
Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D.
Das Schlüsselwort gilt nur für SINUMERIK FM-NC.

3. Mitschleppen							
Schlüsselwort/ Unterprogr.-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Param.**	**3. Param.**	**4. Param.**	**5. Param.**	**6. Param.**	**Erläuterung**
TANG	AXIS: Achsname Folgeachse	AXIS : Leit-achse 1	AXIS: Leit-achse 2	REAL: Koppel-faktor	CHAR: Option: "B": Nachführung im Basis-koord.-system "W": Nachführung im Werk-stück koord. -system	CHAR Optimier-ung: "S" Standard "P" autom. mit Über-schleif-weg, Winkel-toleranz	Vorbereitende Anweisung für die Definition einer tangentiellen Nachführung: Aus den beiden angegebenen Leitachsen wird die Tangente für die Nachführung bestimmt. Der Koppelfaktor gibt den Zusammenhang zwischen einer Änderung des Winkels der Tangente und der nachgeführten Achse an. Er ist in der Regel 1. Optimierung: siehe PGA
TANGON	AXIS: Achsname Folgeachse	REAL: Offset Winkel	REAL: Über-schleif-weg	REAL: Winkel-toleranz			Tangential follow up mode on: Tangentiales Nachführen ein Par. 3, 4 bei TANG Par. 6 = "P"
TANGOF	AXIS: Achsname Folgeachse						Tangential follow up mode off: Tangentiales Nachführen aus
TLIFT	AXIS: Nachgeführte Achse	REAL: Abhebe-weg	REAL: Faktor				Tangential lift: Tangentiales Nachführen, Halt an Konturecke ggf. mit Abheben Drehachse
TRAILON	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	REAL: Koppel-faktor				Trailing on: Achssynchrones Mitschleppen ein
TRAILOF	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse					Trailing off: Achssynchrones Mitschleppen aus

6. Umdrehungsvorschub			
Schlüsselwort/ Funktions-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**Erläuterung**
FPRAON	AXIS: Achse, für die Umdrehungsvorschub eingeschaltet wird	AXIS: Achse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet wird. Ist keine Achse programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet.	Feedrate per Revolution axial On: Umdrehungsvorschub axial ein
FPRAOF	AXIS: Achsen, für die Umdrehungsvorschub ausgeschaltet wird		Feedrate per Revolution axial Off: Umdrehungsvorschub axial aus Der Umdrehungsvorschub kann für mehrere Achsen gleichzeitig ausgeschaltet werden. Es können so viele Achsen programmiert werden, wie maximal pro Satz zulässig sind.
FPR	AXIS: Achse/Spindel, von der Umdrehungsvorschub abgeleitet wird. Ist keine Achse programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet.		Feedrate per Revolution: Auswahl einer Rundachse/Spindel, von der der Umdrehungs-vorschub der Bahn bei G95 abgeleitet wird. Ist keine Achse/Spindel programmiert, so wird der Umdrehungsvorschub von der Masterspindel abgeleitet. Die mit FPR getroffene Einstellung gilt modal.

Anstelle der Achse kann jeweils auch eine Spindel programmiert werden: FPR(S1) oder FPR(SPI(1))

7. Transformationen			
Schlüsselwort/ Funktions-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**Erläuterung**
TRACYL	REAL: Arbeitsdurchmesser	INT: Nummer der Trans-formation	Zylinder: Mantelflächen-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. Entfällt der 2. Parameter, so wird der über MD eingestellte Transformationsverband aktiviert.
TRANSMIT	INT: Nummer der Transformation		Transmit: Polar-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. Entfällt der Parameter, so wird der über MD eingestellte Transformationsverband aktiviert.
TRAANG	REAL: Winkel	INT: Nummer der Trans-formation	Transformation schräge Achse: Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll. Entfällt der 2. Parameter, so wird der über MD eingestellte Transformationsverband aktiviert. Wird der Winkel nicht programmiert: TRAANG (,2) oder TRAANG, so ist der letzte Winkel modal wirksam.

TRAORI	INT: Nummer der Transformation		Transformation orientated: 4-, 5-Achs-Transformation Pro Kanal können mehrere Transformationen eingestellt werden. Die Transformationsnummer gibt an, welche Transformation aktiviert werden soll.
TRACON	INT: Nummer der Transformation	REAL: weitere Parameter MD-abhäng.	Transformation Concentrated: kaskadierte Transformation, die Bedeutung der Parameter hängt von der Art der Kaskadierung ab.
TRAFOOF			Transformation ausschalten

Für jeden Transformationstyp gibt es je einen Befehl für eine Transformation pro Kanal. Gibt es mehrere Transformationen desselben Transformationstyps pro Kanal, so kann mit dem jeweiligen parametrierten Befehl die entsprechende Transformation ausgewählt werden. Abwahl der Transformation ist möglich über Transformationswechsel oder explizite Abwahl.

8. Spindel			
Schlüsselwort/ Unterprogr.-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter und weitere**	**Erläuterung**
SPCON	INT: Spindelnummer	INT: Spindelnummer	Spindle position control on: Umschalten in den lagegeregelten Spindelbetrieb
SPCOF	INT: Spindelnummer	INT: Spindelnummer	Spindle position control off: Umschalten in den drehzahlgeregelten Spindelbetrieb
SETMS	INT: Spindelnummer		Set master-spindle: Deklaration der Spindel als Master-Spindel für den aktuellen Kanal. Mit SETMS( ) ohne Angabe von Parametern wird die über Maschinendaten getroffene Voreinstellung wirksam.

9. Schleifen		
Schlüsselwort/ Unterprogr.-bezeichner	**1. Parameter**	**Erläuterung**
GWPSON	INT: Spindelnummer	Grinding wheel peripherical speed on: Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit ein Wird die Spindelnummer nicht programmiert, so wird für die Spindel des aktiven Werkzeugs Scheibenumfangsgeschwindigkeit angewählt.
GWPSOF	INT: Spindelnummer	Grinding wheel peripherical speed off: Konstante Scheibenumfangsgeschwindigkeit aus Wird die Spindelnummer nicht programmiert, so wird für die Spindel des aktiven Werkzeugs Scheibenumfangsgeschwindigkeit abgewählt.
TMON	INT: Spindelnummer	Tool monitoring on: Werkzeugüberwachung ein Wird keine T-Nummer programmiert, so wird die Überwachung für das aktive Werkzeug eingeschaltet.
TMOF	INT: T-Nummer	Tool monitoring off: Werkzeugüberwachung aus Wird keine T-Nummer programmiert, so wird die Überwachung für das aktive Werkzeug ausgeschaltet.

10. Abspanen					
Schlüsselwort/ Unterprogr.-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**3. Parameter**	**4. Parameter**	**Erläuterung**
CONTPRON	REAL [, 11]: Konturtabelle	CHAR: Abspan-methode "L": Längsdrehen: Außenbearb. "P": Plandrehen: Außenbearb. "N": Plandrehen: Innenbearb. "G": Längsdrehen: Innenbearb.	INT: Anzahl der Hinterschnitte	INT: Status der Berechnung: 0: wie bisher 1: Berechnung vorwärts **und** rückwärts	Contour preparation on: Referenzaufbereitung einschalten. Die im Folgenden aufgerufenen Konturprogramme bzw. NC-Sätze werden in einzelne Bewegungen aufgeteilt und in der Konturtabelle abgelegt. Die Anzahl der Hinterschnitte wird zurückgeliefert.
CONTDCON	REAL [, 6]: Konturtabelle	INT: 0: in programmierter Richtung			Konturdecodierung Die Sätze einer Kontur werden mit einer Tabellenzeile je Satz speichergünstig codiert in einer benannten Tabelle gespeichert.
EXECUTE	INT: Fehlerstatus				EXECUTE: Programmausführung einschalten. Damit wird aus dem Referenzaufbereitungsmodus oder nach Aufbau eines Schutzbereiches zur normalen Programmbearbeitung zurückgeschaltet.

11. Tabelle abarbeiten		
Schlüsselwort/ Unterprogr.-bezeichner	**1. Parameter**	**Erläuterung**
EXECTAB	REAL [11]: Element aus Bewegungs-tabelle	Execute table: Ein Element aus einer Bewegungstabelle abarbeiten.

12. Schutzbereiche						
Schlüsselwort/ Funktions-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**3. Parameter**	**4. Parameter**	**5. Parameter**	**Erläuterung**
CPROTDEF	INT: Nummer des Schutz-bereichs	BOOL: TRUE: Werkzeug-orientierter Schutzbereich	INT: 0: 4. U. 5. Parameter werden nicht ausgewertet	REAL: Begrenzung in Plus-Richtung	REAL: Begrenzung in Minus-Richtung	Channel-specific protection area definition:

			1: 4. Parameter wird ausgewertet 2: 5. Parameter wird ausgewertet 3: 4. U. 5. Parameter wird ausgewertet			Definition eines kanalspezi-fischen Schutz-bereichs
NPROTDEF	INT: Nummer des Schutz-bereichs	BOOL: TRUE: Werkzeug-orientierter Schutzbereich	INT: 0: 4. U. 5. Parameter werden nicht ausgewertet 1: 4. Parameter wird ausgewertet 2: 5. Parameter wird ausgewertet 3: 4. U. 5. Parameter wird ausgewertet	REAL: Begrenzung in Plus-Richtung	REAL: Begrenzung in Minus-Richtung	NCK-specific protection area definition: Definition eines maschinens pezi-fischen Schutz-bereichs
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 Schutz-bereichen	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der 1. Geometrie-achse	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der 2. Geometrie-achse	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der 3. Geometrie-achse	Kanalspezi-fischen Schutz-bereich ein/aus
NPROT	INT: Nummer des Schutzbereichs	INT: Option 0: Schutzbereich aus 1: Schutzbereich voraktivieren 2: Schutzbereich ein 3: Schutzbereich	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der 1. Geometrie-achse	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der 2. Geometrie-achse	REAL: Verschiebung des Schutz-bereichs in der 3. Geometrie-achse	Maschinen-spezifisch-en Schutz-bereich ein/aus

		voraktivieren mit bedingtem Stopp, nur bei aktiven Schutz-bereichen				
EXECUTE	VAR INT: Fehlerstatus	EXECUTE: Programmausführung einschalten Damit wird aus dem Referenzaufbereitungsmodus oder nach Aufbau eines Schutzbereiches zur normalen Programmbearbeitung zurückgeschaltet.				

13. Vorlauf/Einzelsatz		
STOPRE		**Stop processing: Vorlaufstopp, bis alle vorbereiteten Sätze vom Hauptlauf abgearbeitet sind**

14. Interrupts		
Schlüsselwort/ Funktions-bezeichner	**1. Parameter**	**Erläuterung**
ENABLE #	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Interrupt einschalten: Die Interruptroutine, die dem Hardware-Eingang mit der angegebenen Nummer zugeordnet ist, wird "scharf" gemacht. Nach der SETINT-Anweisung ist ein Interrupt enabled.
DISABLE #	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Interrupt ausschalten: Die Interruptroutine, die dem Hardware-Eingang mit der aufgegebenen Nummer zugeordnet ist, wird inaktiv geschaltet. Auch Schnellabheben wird nicht ausgeführt. Die mit SETINT getroffene Zuordnung zwischen Hardware-Eingang und Interruptroutine bleibt erhalten und kann mit ENABLE wieder aktiviert werden.
CLRINT #	INT: Nummer des Interrupt-Eingangs	Interrupt anwählen: Zuordnung von Interruptroutinen und Attributen zu einem Interrupteingang löschen. Die Interruptroutine ist somit abgewählt. Beim Eintreffen des Interrupts erfolgt keine Reaktion.

Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D.

15. Bewegungssynchronisation		
CANCEL	INT: Nummer der Synchron-aktion	Abbrechen der modalen Bewegungssynchronaktion mit der angegebenen Id

16. Funktionsdefinition					
	1. Parameter	**2. Parameter**	**3. Parameter**	**4.-7. Parameter**	**Erläuterung**
FCTDEF	INT: Funktions-nummer	REAL: Unterer Grenzwert	REAL: Oberer Grenzwert	REAL: Koeffizienten a0-a3	Polynom definieren. Dieses wird in SYNFCT oder PUTFTOCF ausgewertet.

17. Kommunikation			
Schlüssel-wort/Unter-programm-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**Erläuterung**
MMC #	STRING: Kommando	CHAR: Quittungsmodus** "N": ohne Quittung "S": synchrone Quittung "A": asynchrone Quittung	MMC-Command: Kommando an MMC-Kommando-Interpreter für die Projektierung von Fenstern über NC-Programm siehe /AM/ IM1Inbetriebnahmefunkt. für den MMC

#)Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D.
****)Quittungsmodus:**
Kommandos werden auf Anforderung von der ausführenden Komponente (Kanal, NC …) quittiert.
Ohne Quittung: Die Programmbearbeitung wird nach Absenden des Kommandos fortgeführt. Der Absender wird nicht benachrichtigt, wenn das Kommando nicht erfolgreich ausgeführt werden kann.

18. Programmkoordinierung							
Schlüssel-wort/Unter-programm-Bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**3. Parameter**	**4. Parameter**	**5. Para-meter**	**6.-8. Para-meter**	**Erläuterung**
INIT #	INT: Kanal-nummer 1-10 **oder** STRING: Kanalname $MC_CHAN_NAME	STRING: Pfad-angabe	CHAR: Quittungs-modus**				Anwahl eines Bausteins zur Abarbeitung in einem Kanal. 1 : 1. Kanal; 2 : 2. Kanal. Anstelle der Kanalnummer ist auch der im $MC_CHAN_NAME definierte Kanalname möglich.
START #	INT: Kanal-nummer 1-10 **oder** STRING: Kanalname $MC_CHAN_NAME						Starten der angewählten Programme in mehreren Kanälen gleichzeitig aus dem laufenden Programm. Das Kommando wirkt nicht für den eigenen Kanal. 1 : 1. Kanal; 2 : 2. Kanal oder der im $MC_CHAN_NAME definierte Kanalname.
WAITE #	INT: **oder** Kanal-nummer 1-10	STRING: Kanalname $MC_CHAN_NAME					Wait for end of program: Warten auf das Programm-ende in einem anderen Kanal (als Nummer oder Name).
WAITM #	INT: Marken-nummer 0-9	INT: Kanal-nummer 1-10 **oder** STRING: Kanalname					Wait: Warten auf das Erreichen einer Marke in anderen Kanälen. Es wird solange gewartet, bis im anderen Kanal ebenfalls WAITM mit der betreffenden Marke erreicht ist. Auch die Nummer des eigenen

		$MC_CHAN _NAME					Kanals kann angegeben werden.
WAITMC #	INT: Marken-nummer 0-9	INT: Kanal-nummer 1-10 **oder** STRING: Kanalname $MC_CHAN _NAME					Wait: Bedingtes Warten auf das Erreichen einer Marke in anderen Kanälen. Es wird solange gewartet, bis im anderen Kanal ebenfalls WAITMC mit der betreffenden Marke erreicht ist. Genauhalt nur, wenn die anderen Kanäle den Marker noch nicht erreicht haben.
WAITP	AXIS: Achs-bezeichner	AXIS: Achs-bezeichner	AXIS: Achs-bezeichner	AXIS: Achs-bezeichner	AXIS: Achs-be-zeich-ner	AXIS: Achs-be-zeich-ner	Wait for positioning axis: Warten, bis die Positionierachsen ihren programm. Endpunkt erreichen.
WAITS	INT: Spindel-nummer	INT: Spindel-nummer	INT: Spindel-nummer	INT: Spindel-nummer	INT: Spin-del-num-mer		Wait for positioning spindle: Warten, bis die programm. Spindeln, die zuvor mit SPOSA programmiert wurden, ihren programm. Endpunkt erreichen.
RET							Unterprogrammende ohne Funktions-Ausgabe an die PLC
GET #	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Maschinenachse belegen
GETD#	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Maschinenachse direkt belegen
RELEASE #	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	AXIS	Maschinenachse freigeben
PUTFTOC #	REAL: Korrektur-wert	INT: Parameter-nummer	INT: Kanal-nummer **oder** STRING: Kanalname $MC_CHAN _NAME	INT: Spindel-nummer			Put fine tool correction: Werkzeugfein-Korrektur
PUTFTOCF #	INT: Nr. der Funktion Bei FCTDEF ist die hier verwendete Nr. anzugeben.	VAR REAL: Bezugswert *)	INT: Parameter-nummer	INT: Kanal-nummer 1-10 **oder** STRING: Kanalname $MC_CHAN _NAME	INT: Spin-del-num-mer		Put fine tool correction function dependant: Ändern Online-Werkzeugkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funktion (Polynom max. 3. Grades).

Anstelle der Achse kann mittels der Funktion SPI jeweils auch eine Spindel programmiert werden: GET(SPI(1))

#) Das Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK FM-NC/NCU571.

****) Quittungsmodus:**

Kommandos werden auf Anforderung von der ausführenden Komponente (Kanal, NC, …) quittiert.

Ohne Quittung: Die Programmbearbeitung wird nach Absenden des Kommandos fortgeführt. Die Ausführung wird nicht benachrichtigt, wenn das Kommando nicht erfolgreich ausgeführt werden kann. Quittungsmodus "N" oder "n".
Synchrone Quittung: Die Programmabarbeitung wird solange angehalten, bis die Empfängerkomponente das Kommando quittiert hat. Bei positiver Quittung wird der nächste Befehl abgearbeitet.
Bei **negativer Quittung** wird ein Fehler ausgegeben.
Quittungsmodus "S", "s" oder weglassen.

Für einige Kommandos ist das Quittungsverhalten festgelegt, für andere programmierbar. Das Quittungsverhalten für Programmkoordinierungsbefehle ist immer synchron.
Entfällt die Angabe des Quittungsmodus, so erfolgt synchrone Quittung.

19. Datenzugriffe		
	1. Parameter	**Erläuterung**
CHANDATA	INT: Kanal-nummer	Kanalnummer für Kanaldatenzugriffe einstellen (nur im Initialisierungsbaustein zulässig); die folgenden Zugriffe beziehen sich auf den mit CHANDATA eingestellten Kanal.

20. Meldungen			
	1. Parameter	**2. Parameter**	**Erläuterung**
MSG	STRING: ZEICHEN-KETTE: Meldung	INT: Aufruf-parameter Bahnsteuer betrieb	Message modal: Anzeige solange, bis nächste Meldung ansteht. Wird der 2. Parameter = 1 programmiert, z.B. MSG(Text, 1) wird die Meldung auch bei Bahnsteuerbetrieb als ausführbarer Satz ausgegeben.

22. Alarme			
	1. Parameter	**2. Parameter**	**Erläuterung**
SETAL	INT: Alarm-nummer (Zyklen-alarme)	STRING: Zeichen-kette	Set alarm: Alarm setzen. Zur Alarmnummer kann zusätzlich eine Zeichenkette mit bis zu 4 Parametern angegeben werden. Es stehen folgende vordefinierte Parameter zur Verfügung: %1 = Kanalnummer %2 = Satznummer, Label %3 = Textindex für Zyklenalarme %4 = zusätzlichen Alarmparameter

23. Kompensation			
Schlüssel-wort/Unter-programm-bezeichner	**1. Parameter-4. Parameter**		**Erläuterung**
QECLRNON	AXIS: Achs-nummer		Quadrant error compensation learning on: Quadrantenfehlerkompensation lernen ein
QECLRNOF			Quadrant error compensation learning off: Quadrantenfehlerkompensation

			lernen aus

24. Werkzeugverwaltung					
	1. Parameter	**2. Parameter**	**3. Parameter**		**Erläuterung**
DELT	STRING [32]: Werkzeug-bezeichner	INT: Duplo-nummer			Werkzeug löschen. Duplonummer kann entfallen.
GETSELT	VAR INT: T-Nummer (Rückgabewert)	INT: Spindel-nummer			Liefere vorgewählte T-Nummer. Ohne Angabe der Spindelnummer gilt der Befehl für die Masterspindel.
SETPIECE	INT: Stückzahl	INT: Spindel-nummer			Stückzahl für alle Werkzeuge, die der Spindel zugeordnet sind, berücksichtigen. Entfällt die Spindelnummer, so gilt der Befehl für die Masterspindel.
SETDNO	INT: Werkzeug-nummer T	INT: Schneidennr.	INT: D-Nr.		D-Nr. des Werkzeugs (T) und dessen Schneide auf neu setzen
DZERO					D-Nr. aller Werkzeuge der dem Kanal zugeordneten TO-Einheit ungültig setzen
DELDL	INT: Werkzeug-nummmer T	INT: D-Nr.			Alle Summenkorrekturen einer Schneide löschen (oder eines Werkzeugs, wenn D nicht angegeben wird)
SETMTH	INT: Werkzeug-halter-Nr.				Werkzeughalter-Nr. setzen
POSM	INT: Platznr., auf den positioniert werden soll	INT: Magazinr. des Magazins, das bewegt werden soll	INT: Platznr. des internen Magazins	INT: Magazinr. des internen Magazins	Magazin positionieren
SETTIA	VAR INT: Status=Ergebnis der Operation (Rückgabewert)	INT: Magazin-nummer	INT: Verschleiß-verbundnr.		Werkzeug aus Verschleißverbund inaktiv setzen
SETTA	VAR INT: Status=Ergebnis der Operation (Rückgabewert)	INT: Magazin-nummer	INT: Verschleiß-verbundnr.		Werkzeug aus Verschleißverbund aktiv setzen
RESETMON	VAR INT: Status=Ergebnis der Operation (Rückgabewert)	INT: interne T-Nr.	INT: D-Nr. des Werkzeugs		Istwert des Werkzeugs auf den Sollwert setzen

#) Das Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK FM-NC.

25. Synchronspindel							
	1. Parameter	**2. Parameter**	**3. Parameter**	**4. Parameter**	**5. Parameter Satzwechselverhalten**	**6. Parameter**	**Erläuterung**
COUPDEF #	AXIS: Folgeachse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit-Spind.(LS)	REAL: Zähler-Übersetzungsverhältnis (FA) oder (FS)	REAL: Nenner-Übersetzungsverhältnis (LA) oder (LS)	STRING[8]: Satzwechselverhalten: "NOC": Keine Satzwechselsteuerung, Satzwechsel wird sofort freigegeben, "FINE": Satzwechsel bei "Synchronlauf fein", "COARSE": Satzwechsel bei Synchronlauf grob und "IPOSTOP": Satzwechsel bei sollwertseitiger Beendigung der überlagerten Bewegung. Wird das Satzwechselverhalten nicht angegeben, so findet keine Änderung des eingestellten Verhaltens statt.	STRING[2]: "DV": Sollwertkopplung "AV": Istwertkopplung	Couple definition: Definition Synchronspindel-Verband
COUPDEL #	AXIS: Folgeachse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit-Spind.(LS)					Couple delete: Synchronspindel-Verband löschen
COUPOF #	AXIS: Folgeachse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit-Spind.(LS)			Der Satzwechsel wird sofort freigegeben.		Schnellst mögliches Ausschalten des Synchronbetriebs.
COUPOF #	AXIS: Folgeachse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit-Spind.(LS)	REAL: POS_{FS}		Der Satzwechsel wird erst nach Überfahren der Ausschaltposition freigegeben.		Abwahl des Synchronbetriebes nach Überfahren der Ausschaltposition POS_{FS}
COUPOF #	AXIS: Folgeachse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leitachse oder Leit-Spind.(LS)	REAL: POS_{FS}	REAL: POS_{LS}	Der Satzwechsel wird erst nach Überfahren der beiden programmierten Positionen freigegeben. Bereich von POS_{FS}, POS_{LS}: 0 ... 359,999 Grad.		Abwahl des Synchronbetriebes nach Überfahren der beiden Ausschaltposition POS_{FS} und POS_{LS} .
COUPOFS #	AXIS: Folgeachse oder Folge-	AXIS: Leitachse oder Leit-			Der Satzwechsel erfolgt schnellstmöglich mit sofortigem Satzwechsel.		Ausschalten einer Kopplung mit Stopp der Folgespindel

	Spindel (FS)	Spind.(LS)					
COUPOFS #	AXIS: Folge-achse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leit-achse oder Leit-Spind.(LS)	REAL: POS_{FS}		Nach Überfahren der programmierten Folgeachs–Ausschaltposition, die sich auf das Maschinenkoordinatensystem bezieht, wird der Satzwechsel erst nach Überfahren der Ausschalt-positionen POS_{FS} freigegeben. Wertebereich 0 ... 359,999 Grad.		Ausschalten erst nach Überfahren der pro-grammierten Folgeachs–Ausschalt-position.
COUPON #	AXIS: Folge-achse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leit-achse oder Leit-Spind.(LS)			Der Satzwechsel wird sofort freigegeben.		Schnellst mögliches Einschalten des Synchron-betriebs mit beliebigem Winkelbezug zwischen Leit– und Folgespindel
COUPON #	AXIS: Folge-achse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leit-achse oder Leit-Spind.(LS)	REAL:P OS_{FS}		Der Satzwechsel wird entsprechend der festgelegten Einstellung freigegeben. Bereich von POS_{FS}: 0 ... 359,999 Grad.		Einschalten mit einem definierten Winkelver-satz POS_{FS} zwischen FS und LS. Dieser bezieht sich auf die Null–Grad–Position der Leitspindel in positiver Drehrichtung
COUPONC #	AXIS: Folge-achse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leit-achse oder Leit-Spind.(LS)	Die Program mierung einer Offset-position ist nicht möglich.				Einschalten mit vorher-gehender Programmier ung von M3 S.. oder M4 S.. über-nehmen. Differenz-drehzahl sofort über-nehmen.
COUPRES #	AXIS: Folge-achse oder Folge-Spindel (FS)	AXIS: Leit-achse oder Leit-Spind.(LS)					Couple reset: Synchron-spindel-Verband rücksetzen. Die pro-grammierten

							Werte werden ungültig. Es gelten die MD-Werte.

Für Synchronspindel erfolgt die Programmierung der Achsparameter mit SPI(1) oder S1.

26. Strukturanweisungen im Stepeditor (editorbasierte Programmunterstützun)					
	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter		Erläuterung
SEFORM	STRING[128]: abschnittsname	INT: ebene	STRING[128]: icon		Aktueller Abschnittsname für Stepeditor

#) Das Schlüsselwort gilt nicht für SINUMERIK 810 D.

Schlüssel-wort/Unter-programm-Bezeichn.	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	4. Parameter	Erläuterung
COUPON #	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	REAL: Einschalt-position der Folgeachse		Couple on: ELG-Verband/Synchronspindelpaar einschalten. Werden keine Einschaltpositionen angegeben, so wird schnellstmöglich gekoppelt (Rampe). Ist eine Einschaltposition für die Folgeachse, -spindel angegeben, so bezieht sich diese absolut oder inkremental auf die Leitachse, -spindel. Nur wenn der 3. Parameter angegeben wird, müssen auch die Parameter 4 und 5 programmiert werden.
COUPOF #	AXIS: Folgeachse	AXIS: Leitachse	REAL: Ausschalt-position der Folgeachse (Absolut)	REAL: Ausschalt-position der Leitachse (Absolut)	Couple off: ELG-Verband/Synchronspindelpaar ausschalten. Koppelparameter bleiben erhalten. Werden Positionen angegeben, dann wird die Kopplung erst aufgelöst, wenn alle angegebenen Positionen überfahren wurden. Die Folgespindel dreht mit der letzten Drehzahl vor Ausschalten der Kopplung weiter.
WAITC #	AXIS: Achse/ Spindel	STRING[8]: Satz-wechsel-kriterium	AXIS: Achse/ Spindel	STRING[8]: Satz-wechsel-kriterium	Wait for couple condition: Warten, bis Kopplungssatzwechselkriterium für die Achsen/Spindeln erfüllt ist. Es können bis zu 2 Achsen/ Spindeln programmiert werden. Satzwechselkriterium: "NOC": keine Satzwechselsteuerung, Satzwechsel wird sofort freigegeben, "FINE": Satzwechsel bei "Synchronlauf fein", "COARSE": Satzwechsel bei "Synchronlauf grob" und "IPOSTOP": Satzwechsel bei sollwertseitiger Beendigung der überlagerten Bewegung. Wird das Satzwechselverhalten nicht angegeben, so findet keine Änderung des eingestellten Verhaltens statt.
AXCTSWE	AXIS: Achse/				Containerachse weiterschalten

	Spindel				

#) Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK 810D.

12.4.2 Vordefinierte Unterprogrammaufrufe in Bewegungssychronaktionen

Vordefinierte Unterprogrammaufrufe in Bewegungssynchronaktionen

27. Synchronprozeduren				
Schlüsselwort/ Funktions-bezeichner	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**3. Parameter bis 5. Parameter**	**Erläuterung**
STOPREOF				Stop preparation off: Vorlaufstopp aufheben Eine Synchronaktion mit einem STOPREOF-Befehl bewirkt einen Vorlaufstopp nach dem nächsten Ausgabesatz (= Satz an den Hauptlauf). Der Vorlaufstopp wird aufgehoben mit dem Ende des Ausgabesatzes oder wenn die STOPREOF-Bedingung erfüllt ist. Sämtliche Synchronaktionsanweisungen mit STOPREOF-Befehl gelten dann als bearbeitet.
RDISABLE				Read in disable: Einlesesperre
DELDTG	AXIS: Achse für axiales Restweg-löschen (optional). Entfällt die Achse, wird Restweg-löschen für Bahnweg angestoßen			Delete distance to go: Restweglöschen Eine Synchronaktion mit einem DELDTG-Befehl bewirkt einen Vorlaufstopp nach dem nächsten Ausgabesatz (= Satz an den Hauptlauf). Der Vorlaufstopp wird aufgehoben mit dem Ende des Ausgabesatzes oder wenn die erste DELDTG-Bedingung erfüllt ist. In $AA_DELT[<Achse>] findet man die axiale Entfernung zum Zielpunkt bei axialem Restweglöschen, in $AC_DELT den Bahnrestweg.
SYNFCT	INT: Nummer der Polynom-funktion, die mit FCTDEF definiert wurde.	VAR REAL: Ergebnis-variable *)	VAR REAL: Eingangs-variable **)	Wenn in der Bewegungssynchronaktion die Bedingung erfüllt ist, wird das durch den ersten Ausdruck bestimmte Polynom an der Eingangsvariable ausgewertet. Der Wert wird dann nach unten und nach oben begrenzt und der Ergebnisvariable zugewiesen.
FTOC	INT: Nummer der Polynom-funktion, die mit FCTDEF definiert wurde	VAR REAL: Eingangs-variable **)	INT: Länge 1,2,3 INT: Kanalnummer INT: Spindel-nummer	Ändern Werkzeugfeinkorrektur in Abhängigkeit einer mit FCTDEF festgelegten Funktion (Polynom max. 3. Grades). Bei FCTDEF muss die hier verwendete Nummer angegeben werden.

*) Als Ergebnisvariable sind nur spezielle Systemvariable zulässig. Diese sind in der Programmieranleitung "Arbeitsvorbereitung" unter dem Stichwort "Hauptlaufvariable schreiben" beschrieben.

**) Als Eingangsvariable sind nur spezielle Systemvariable zulässig. Diese sind in der Programmieranleitung "Arbeitsvorbereitung" in der Liste der Systemvariablen beschrieben.

12.4.3 Vordefinierte Funktionen

Vordefinierte Funktionen

Durch einen Funktionsaufruf wird die Ausführung einer vordefinierten Funktion angestoßen. Funktionsaufrufe liefern einen Wert zurück. Sie können als Operanden im Ausdruck stehen.

1. Koordinatensystem						
Schlüsselwort/ Funktions-bezeichner	**Ergebnis**	**1. Parameter**	**2. Parameter**			**Erläuterung**
CTRANS	FRAME	AXIS	REAL: Verschiebung	3. - 15. Parameter wie 1 ...	4. - 16. Parameter wie 2 ...	Translation: Nullpunkt-verschiebung für mehrere Achsen. Es wird jeweils ein Achsbezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert. Mit CTRANS können Verschiebungen für bis zu 8 Achsen programmiert werden.
CROT	FRAME	AXIS	REAL: Drehung	3./5. Parameter wie 1 ...	4./6. Parameter wie 2 ...	Rotation: Drehung des aktuellen Koordinatensystems. Maximale Parameter-anzahl: 6 (je ein Achsbezeichner und Wert pro Geometrieachse).
CSCALE	FRAME	AXIS	REAL: Maßstabsfaktor	3. - 15. Parameter wie 1 ...	4. - 16. Parameter wie 2 ...	Scale: Maßstabsfaktor für mehrere Achsen. Maximale Parameter-anzahl ist 2* maximale Achsanzahl (jeweils Achsbezeichner und Wert). Es wird jeweils ein Achsbezeichner und im nächsten Parameter der zugehörige Wert programmiert. Mit CSCALE können Maßstabsfaktoren für bis zu 8 Achsen programmiert werden.
CMIRROR	FRAME	AXIS	2. - 8. Parameter wie 1 ...			Mirror: Spiegeln an einer Koordinatenachse
MEAFRAME	FRAME	2-dim. REAL-Feld	2-dim. REAL-Feld	3. Parameter: REAL-Variable		Frame-Berechnung aus 3 Meßpunkten im Raum

Die Frame-Funktionen CTRANS, CSCALE, CROT und CMIRROR dienen zur Generierung von Frame-Ausdrücken.

2. Geometrie-Funktionen					
Schlüsselwort/ Funktions-bezeichner	**Ergebnis**	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**3. Parameter**	**Erläuterung**
CALCDAT	BOOL: Fehlerstatus	VAR REAL [,2]: Tabelle mit Eingabepunk-ten (jeweils Abszisse und Ordinate für 1., 2., 3. etc. Punkt)	INT: Anzahl der Eingabe-punkte für Berechnung (3 oder 4)	VAR REAL [3]: Ergebnis: Abszisse, Ordinate und Radius des errechneten Kreismittelpunk tes	CALCDAT: Calculate circle data Berechnet Radius und Mittelpunkt eines Kreises aus 3 oder 4 Punkten (gemäß Parameter 1), die auf einem Kreis liegen sollen. Die Punkte müssen unterschiedlich sein.

Bezeichner	**Ergebnis**	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**3. Parameter**	**4. Parameter**	**5. Parameter**	**6. Parameter**
CALCPOSI	INT: Status 0 OK -1 DLIMIT neg. -2 Trafo. n.def. 1 SW-Limit 2 Arbeitsfeld 3 Schutzber. Weiter siehe PGA	REAL: Ausgangsposi tion im WCS [0] Abszisse [1] Ordinate [2] Applikate	REAL: Inkrement. Wegvorgabe [0] Abszisse [1] Ordinate [2] Applikate bezogen auf Ausgangs-position	REAL: einzuhaltende Mindestab-stände von Grenzen [0] Abszisse [1] Ordinate [2] Applikate [3] lin. Masch. Achse [4] rot. Achse	REAL: **Rückgabewert** möglicher inkr. Weg, wenn Weg aus Parameter 3 ohne Grenz-verletzung nicht voll abgefahren werden kann	BOOL: 0: Auswer-tung G-Codes Gruppe 13 (inch/metr.) 1: Bezug auf Grundsys-tem der Steuerung, unabhän-gig vom aktiven G-Codes Gruppe 13	bin codiert zu über-wachen 1 SW-Limits 2 Arbeits-feld 4 aktiver Schutzber. 8 voraktiv. Schutz-bereich
	Erläuterung: **CALCPOSI**	Mit CALCPOSI kann überprüft werden, ob ausgehend von einem gegebenen Startpunkt die Geometrieachsen einen vorgegebenen Weg verfahren können, ohne die Achsgrenzenn (SW-Limits), Arbeitsfeldbegrenzungen oder Schutzbereiche zu verletzen. Für den Fall, das der vorgegebene Weg ohne Verletzungen nicht gefahren werden kann, wird der maximal zulässige Wert zurückgegeben.					

INTERSEC	BOOL: Fehlerstatus	VAR REAL [11]: Erstes Konturelement	VAR REAL [11]: Zweites Konturelement	VAR REAL [2]: Ergebnisvektor: Schnittpunkt-koordinate, Abszisse und Ordinate	Intersection: Schnittpunktberechnung Es wird der Schnittpunkt zwischen zwei Konturelementen berechnet. Die Schnittpunktkoordinaten sind Rückgabewerte. Der Fehlerstatus gibt an, ob ein Schnittpunkt gefunden wurde.

3. Achsfunktionen				
	Ergebnis	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**Erläuterung**
AXNAME	AXIS: Achs-bezeichner	STRING [ ]: Eingangsstring		AXNAME: Get axname Konvertiert Eingangsstring in Achsbezeichner. Enthält der Eingangsstring keinen gültigen Achsnamen, wird ein Alarm gesetzt.
AXTOSPI	INT: Spindel-nummer	AXIS: Achs-bezeichner		AXTOSPI: Convert axis to spindle Konvertiert Achsbezeichner in Spindelnummer. Enthält der Übergabeparameter keinen gültigen Achsbezeichner, so wird ein Alarm gesetzt.
SPI	AXIS: Achs-bezeichner	INT: Sindelnummer		SPI: Convert spindle to axis Konvertiert Spindelnummer in Achsbezeichner. Enthält der Übergabeparameter keine gültige Spindelnummer, so wird ein Alarm gesetzt.
ISAXIS	BOOL TRUE: Achse vorhanden: sonst: FALSE	INT: Nummer der Geometrie-achse (1 bis 3)		Prüfe, ob die als Parameter angegebene Geometrieachse 1 bis 3 entsprechend Maschinendatum $MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB vorhanden ist.
AXSTRING	STRING	AXIS		Wandle Achsbezeichner in String

4. Werkzeugverwaltung				
	Ergebnis	**1. Parameter**	**2. Parameter**	**Erläuterung**
NEWT #	INT: T-Nummer	STRING [32]: Werkzeugname	INT: Duplo-Nummer	Neues Werkzeug anlegen (Werkzeugdaten bereitstellen). Duplo-Nummer kann entfallen.
GETT #	INT: T-Nummer	STRING [32]: Werkzeugname	INT: Duplo-Nummer	Bestimme T-Nummer zu Werkzeugnamen
GETACTT #	INT: Status	INT: T-Nummer	STRING [32]: Werkzeugname	Bestimme aktives Werkzeug aus einer Gruppe von gleichnamigen Werkzeugen
TOOLENV	INT: Status	STRING: Name		Abspeichern einer Werkzeugumgebung im SRAM mit angegebenem Namen
DELTOOLENV	INT: Status	STRING: Name		Löschen einer Werkzeugumgebung im SRAM mit angegebenem Namen. Alle Werkzeugumgebungen, wenn kein Name angegeben ist.
GETTENV	INT: Status	STRING: Name	INT: Nummer [0] Nummer [1] Nummer [2]	Lesen von: T-Nummer, D-Nummer, DL-Nummer aus einer Werkzeugumgebung mit angegebenem Namen

#) Das Schlüsselwort gilt **nicht** für SINUMERIK FM-NC.

	Ergebnis	1. Par.	2. Par.	3. Par.	4. Par.	5. Par.	6. Par.	Erläuterung
GETTCOR	INT: Status	REAL: Länge [11]	STRING: Komponenten: Koordinatensystem	STRING: WZ-Umgebung/ " "	INT: int. T-Nummer	INT: D-Nummer	INT: DL-Nummer	Werkzeuglängen und Werkzeuglängenkomponenten aus WZ-Umgebung bzw. aktueller Umgebung lesen Details: siehe /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; (W1)

	Ergebnis	1. Par.	2. Par.	3. Par.	4. Par.	5. Par.	6. Par.	7. Par.	8. Par.	9. Par.
SETTCOR	INT: Status	REAL: Korr. Vektor [0-3]	STRING: Komponente(n)	INT: zu korr. Komponente(n)	INT: Art der Schreiboperation	INT: Index der Geoachse	STRING: Name WZ-Umgebung	INT: int. T-Nummer	INT: D-Nummer	INT: DL-Nummer
Erläuterung	Verändern von Werkzeugkomponenten unter Berücksichtigung aller Randbedingungen, die in die Bewertung der einzelnen Komponenten eingehen. Details: s. Funktionshandbuch Grundfunktionen; (W1)									

	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	3. Parameter	Erläuterung
LENTOAX	INT: Status	INT: Index der Achse [0-2]	REAL: L1, L2, L3 für Abszisse, Ordinate, Applikate [3], [3] Matrix	STRING: Koordinatensystem für die Zuordnung	Die Funktion liefert Informationen über die Zuordnung der WZ-Längen L1, L2, L3 des aktiven WZs zu Abszisse, Ordinate, Applikate. Die Zuordnung zu den Geometrieachsen wird durch Frames und die aktive Ebene (G17 -G19) beeinflusst. Details: siehe Funktionshandbuch Grundfunktionen; (W1)

5. Arithmetik				
	Ergebnis	1. Parameter	2. Parameter	Erläuterung
SIN	REAL	REAL		Sinus
ASIN	REAL	REAL		Arcus-Sinus
COS	REAL	REAL		Cosinus
ACOS	REAL	REAL		Arcus-Cosinus
TAN	REAL	REAL		Tangens
ATAN2	REAL	REAL	REAL	Arcus-Tangens 2
SQRT	REAL	REAL		Quadratwurzel
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 ex

6. String-Funktionen				
	Ergebnis	**1. Parameter**	**2. Parameter bis 3. Parameter**	**Erläuterung**
ISNUMBER	BOOL	STRING		Überprüfe, ob der Eingangsstring in eine Zahl gewandelt werden kann. Ergebnis ist TRUE, wenn Wandlung möglich ist.
ISVAR	BOOL	STRING		Überprüfe, ob der Übergabeparameter eine in der NC bekannte Variable enthält. (Maschinendatum, Settingdatum, Systemvariable, allgemeine Variablen wie GUD's Ergebnis ist TRUE, wenn entsprechend dem (STRING) Übergabeparameter alle der folgenden Prüfungen positiv durchgeführt werden: - der Bezeichner vorhanden ist - es sich um ein- oder zweidimensionales Feld handelt - ein Array-Index erlaubt ist Bei axialen Variablen werden als Index die Achsnamen akzeptiert, jedoch nicht näher geprüft.
NUMBER	REAL	STRING		Wandle den Eingangsstring in eine Zahl
TOUPPER	STRING	STRING		Wandle alle Buchstaben des Eingangsstrings in Großbuchstaben
TOLOWER	STRING	STRING		Wandle alle Buchstaben des Eingangsstrings in Kleinbuchstaben
STRLEN	INT	STRING		Ergebnis ist die Länge des Eingangsstrings bis Stringende (0)
INDEX	INT	STRING	CHAR	Suche das Zeichen (2. Parameter) im Eingangsstring (1. Parameter). Zurückgeliefert wird die Stelle, an der das Zeichen zuerst gefunden wurde. Die Suche erfolgt von links nach rechts. Das 1. Zeichen des Strings hat den Index 0.
RINDEX	INT	STRING	CHAR	Suche das Zeichen (2. Parameter) im Eingangsstring (1. Parameter). Zurückgeliefert wird die Stelle, an der das Zeichen zuerst gefunden wurde. Die Suche erfolgt von rechts nach links. Das 1. Zeichen des Strings hat den Index 0.
MINDEX	INT	STRING	STRING	Suche eines der im 2. Parameter angegebenen Zeichen im Eingangsstring (1. Parameter). Zurückgeliefert wird die Stelle, an der eines der Zeichen gefunden wurde. Die Suche erfolgt von links nach rechts. Das 1. Zeichen des Eingangsstrings hat den Index 0.

SUBSTR	STRING	STRING	INT	Liefert den durch Beginn (2. Parameter) und Anzahl von Zeichen (3. Parameter) beschriebenen Teilstring des Eingangsstrings (1. Parameter) zurück. Beispiel: SUBSTR("Hallo Welt",1,5) liefert "Hallo Welt"

12.4.4 Datentypen

Datentypen

Datentypen		
Typ	**Bemerkung**	**Wertevorrat**
INT	ganzzahlige Werte mit Vorzeichen	± (2^{31} -1)
REAL	Real-Zahlen (gebrochene Zahlen mit Dezimalpunkt, LONG REAL nach IEEE)	± (10^{-300} ... 10^{+300})
BOOL	Wahrheitswert TRUE, FALSE oder 1, 0	1, 0
CHAR	1 Zeichen ASCII - entsprechend Code	0 ... 255
STRING	Zeichenkette, Zeichenzahl in [...] (max. 200 Zeichen)	Folge von Werten mit 0 ... 255
AXIS	nur Achsnamen (Achsadressen)	alle im Kanal vorhandenen Achsbezeichner
FRAME	geometrische Angaben für Translation, Rotation, Skalierung, Spiegeln	—

Liste der Abkürzungen

A

A	Ausgang
AS	Automatisierungssystem
ASCII	American Standard Code for Information Interchange: Amerikanische Code-Norm für den Informationsaustausch
ASIC	Application Specific Integrated Circuit: Anwender-Schaltkreis
ASUP	Asynchrones Unterprogramm
AV	Arbeitsvorbereitung
AWL	Anweisungsliste
BA	Betriebsart
BAG	Betriebsartengruppe
BB	Betriebsbereit
BuB, B&B	Bedienen und Beobachten
BCD	Binary Coded Decimals: Im Binärcode verschlüsselte Dezimalzahlen
BHG	Bedienhandgerät
BIN	Binärdateien (**Bin**ary Files)
BIOS	Basic Input Output System
BKS	Basiskoordinatensystem
BOF	Bedienoberfläche
BOT	Boot Files: Bootdateien für SIMODRIVE 611 digital
BT	Bedientafel
BTSS	Bedientafelschnittstelle
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CNC	Computerized Numerical Control: Computerunterstützte numerische Steuerung
COM	Communication
CP	Communication Processor
CPU	Central Processing Unit: Zentrale Rechnereinheit
CR	Carriage Return
CRT	Cathode Ray Tube: Bildröhre
CSB	Central Service Board: PLC-Baugruppe
CTS	Clear To Send: Meldung der Sendebereitschaft bei seriellen Daten-Schnittstellen
CUTOM	Cutter radius compensation: Werkzeugradiuskorrektur
DAU	Digital-Analog-Umwandler
DB	Datenbaustein in der PLC
DBB	Datenbausteinbyte in der PLC
DBW	Datenbausteinwort in der PLC
DBX	Datenbausteinbit in der PLC

DC	Direct Control: Bewegung der Rundachse auf kürzestem Weg auf die absolute Position innerhalb einer Umdrehung
DCD	Carrier Detect
DDE	Dynamic Data Exchange
DEE	Datenendeinrichtung
DIN	Deutsche Industrie Norm
DIO	Data Input/Output: Datenübertragungs-Anzeige
DIR	Directory: Verzeichnis
DLL	Dynamic Link Library
DOE	Datenübertragungseinrichtung
DOS	Disk Operating System
DPM	Dual Port Memory
DPR	Dual-Port-RAM
DRAM	Dynamic Random Access Memory
DRF	Differential Resolver Function: Differential-Drehmelder-Funktion (Handrad)
DRY	Dry Run: Probelaufvorschub
DSB	Decoding Single Block: Dekodierungseinzelsatz
DW	Datenwort
E	Eingang
E/A	Ein-/Ausgabe
E/R	Einspeise-/Rückspeiseeinheit (Stromversorgung) des SIMODRIVE 611 digital
EIA-Code	Spezieller Lochstreifencode, Lochanzahl pro Zeichen stets ungerade
ENC	Encoder: Istwertgeber
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory (Löschbarer, elektrisch programmierbarer Lesespeicher)
ERROR	Error from printer
FB	Funktionsbaustein
FBS	Flachbildschirm
FC	Function Call: Funktionsbaustein in der PLC
FDB	Fabrikate-Datenbank
FDD	Floppy Disk Drive
FEPROM	Flash-EPROM: Les- und schreibbarer Speicher
FIFO	First In First Out: Speicher, der ohne Adressangabe arbeitet und dessen Daten in derselben Reihenfolge gelesen werden, in der sie gespeichert wurden.
FIPO	Feininterpolator
FM	Funktionsmodul
FM-NC	Funktionsmodul-Numerische Steuerung
FPU	Floating Point Unit: Gleitpunkteinheit
FRA	Frame-Baustein
FRAME	Datensatz (Rahmen)
FRK	Fräsradiuskorrektur
FST	Feed Stop: Vorschub Halt
FUP	Funktionsplan (Programmiermethode für PLC)

GP	Grundprogramm
GUD	Global User Data: Globale Anwenderdaten
HD	Hard Disk: Festplatte
HEX	Kurzbezeichnung für hexadezimale Zahl
HiFu	Hilfsfunktion
HMI	Human Machine Interface: Bedienfunktionalität der SINUMERIK für Bedienen, Programmieren und Simulieren.
HMS	Hochauflösendes Messsystem
HSA	Hauptspindelantrieb
HW	Hardware
IBN	Inbetriebnahme
IF	Impulsfreigabe des Antriebsmoduls
IK (GD)	Implizite Kommunikation (Globale Daten)
IKA	Interpolative Compensation: Interpolatorische Kompensation
IM	Interface-Modul: Anschaltungsbaugruppe
IMR	Interface-Modul Receive: Anschaltungsbaugruppe für Empfangsbetrieb
IMS	Interface-Modul Send: Anschaltungsbaugruppe für Sendebetrieb
INC	Increment: Schrittmaß
INI	Initializing Data: Initialisierungsdaten
IPO	Interpolator
ISA	International Standard Architecture
ISO	International Standard Organization
ISO-Code	Spezieller Lochstreifencode, Lochanzahl pro Zeichen stets gerade
JOG	Jogging: Einrichtbetrieb
K1 .. K4	Kanal 1 bis Kanal 4
K-Bus	Kommunikationsbus
KD	Koordinatendrehung
KOP	Kontaktplan (Programmiermethode für PLC)
K_v	Kreisverstärkungsfaktor
$K_Ü$	Übersetzungsverhältnis
LCD	Liquid-Crystal Display: Flüssigkristallanzeige
LED	Light-Emitting Diode: Leuchtdiodenanzeige
LF	Line Feed
LMS	Lagemesssystem
LR	Lageregler
LUD	Local User Data
MB	Megabyte
MD	Maschinendaten
MDA	Manual Data Automatic: Handeingabe
MK	Messkreis
MKS	Maschinenkoordinatensystem
MLFB	Maschinenlesbare Fabrikatbezeichnung
MPF	Main Program File: NC-Teileprogramm (Hauptprogramm)

MPI	Multi Port Interface: Mehrpunktfähige Schnittstelle
MS-	Microsoft (Software-Hersteller)
MSTT	Maschinensteuertafel
NC	Numerical Control: Numerische Steuerung
NCK	Numerical Control Kernel: Numerik-Kern mit Satzaufbereitung, Verfahrbereich usw.
NCU	Numerical Control Unit: Hardware Einheit des NCK
NRK	Bezeichnung des Betriebssystems des NCK
NST	Nahtstellensignal
NURBS	Non-Uniform Rational B-Spline
NV	Nullpunktverschiebung
OB	Organisationsbaustein in der PLC
OEM	Original Equipment Manufacturer
OP	Operation Panel: Bedieneinrichtung
OPI	Operation Panel Interface: Bedientafel-Anschaltung
OPT	Options: Optionen
OSI	Open Systems Interconnection: Normung für Rechnerkommunikation
P-Bus	Peripheriebus
PC	Personal Computer
PCIN	Name der SW für den Datenaustausch mit der Steuerung
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association: Speichersteckkarten Normierung
PCU	PC Unit: PC-Box (Rechnereinheit)
PG	Programmiergerät
PLC	Programmable Logic Control: Anpass-Steuerung
POS	Positionier-
RAM	Random Access Memory: Programmspeicher, der gelesen und beschrieben werden kann
REF	Funktion Referenzpunkt anfahren
REPOS	Funktion Repositionieren
RISC	Reduced Instruction Set Computer: Prozessortyp mit kleinem Befehlssatz und schnellem Befehlsdurchsatz
ROV	Rapid Override: Eingangskorrektur
RPA	R-Parameter Active: Speicherbereich in NCK für R- NCK für R-Parameternummern
RPY	Roll Pitch Yaw: Drehungsart eines Koordinatensystems
RTS	Request To Send: Sendeteil einschalten, Steuersignal von seriellen Daten-Schnittstellen
SBL	Single Block: Einzelsatz
SD	Setting-Datum
SDB	System Datenbaustein
SEA	Setting Data Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Settingdaten
SFB	System Funktionsbaustein
SFC	System Function Call
SK	Softkey

SKP	Skip: Satz ausblenden
SM	Schrittmotor
SPF	Sub Program File: Unterprogramm
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SRAM	Statischer Speicher (gepuffert)
SRK	Schneidenradiuskorrektur
SSFK	Spindelsteigungsfehlerkompensation
SSI	Serial Synchron Interface: Serielle synchrone Schnittstelle
SW	Software
SYF	System Files: Systemdateien
TEA	Testing Data Active: Kennung für Maschinendaten
TO	Tool Offset: Werkzeugkorrektur
TOA	Tool Offset Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Werkzeugkorrekturen
TRANSMIT	Transform Milling into Turning: Koordinatenumrechnung an Drehmaschinen für Fräsbearbeitung
UFR	User Frame: Nullpunktverschiebung
UP	Unterprogramm
VSA	Vorschubantrieb
V.24	Serielle Schnittstelle (Definition der Austauschleitungen zwischen DEE und DÜE)
WKS	Werkstückkoordinatensystem
WKZ	Werkzeug
WLK	Werkzeuglängenkorrektur
WOP	Werkstatt orientierte Programmierung
WPD	Work Piece Directory: Werkstückverzeichnis
WRK	Werkzeug-Radius-Korrektur
WZK	Werkzeugkorrektur
WZW	Werkzeugwechsel
ZOA	Zero Offset Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Nullpunktverschiebungsdaten
µC	Mikro-Controller

Glossar

Absolutmaß

Angabe des Bewegungsziels einer Achsbewegung durch ein Maß, das sich auf den Nullpunkt des momentan gültigen Koordinatensystems bezieht. Siehe → Kettenmaß.

Achsadresse

Siehe → Achsbezeichner

Achsbezeichner

Achsen werden nach DIN 66217 für ein rechtsdrehendes, rechtwinkliges → Koordinatensystem bezeichnet mit X,Y, Z.

Um X,Y, Z drehende → Rundachsen erhalten die Bezeichner A, B, C. Zusätzliche Achsen, parallel zu den angegebenen, können mit weiteren Adressbuchstaben gekennzeichnet werden.

Achsen

Die CNC-Achsen werden entsprechend ihres Funktionsumfangs abgestuft in:

- Achsen: interpolierende Bahnachsen
- Hilfsachsen: nicht interpolierende Zustell- und Positionierachsen mit achsspezifischem Vorschub. Hilfsachsen sind an der eigentlichen Bearbeitung nicht beteiligt, z. B. Werkzeugzubringer, Werkzeugmagazin.

Achsname

Siehe → Achsbezeichner

Adresse

Eine Adresse ist die Kennzeichnung für einen bestimmten Operanden oder Operandenbereich, z. B. Eingang, Ausgang usw.

Alarme

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

1. Alarme und Meldungen im Teileprogramm

   Alarme und Meldungen können direkt aus dem Teileprogramm im Klartext zur Anzeige gebracht werden.

2. Alarme und Meldungen von PLC

   Alarme- und Meldungen der Maschine können aus dem PLC-Programm im Klartext zur Anzeige gebracht werden. Dazu sind keine zusätzlichen Funktionsbaustein-Pakete notwendig.

Analog-Ein-/Ausgabebaugruppe

Analog-Ein-/Ausgabebaugruppen sind Signalformer für analoge Prozesssignale.

Analog-Eingabebaugruppen wandeln analoge Messgrößen in digitale Werte um, die in der CPU verarbeitet werden können.

Analog-Ausgabebaugruppen wandeln digitale Werte in analoge Stellgrößen um.

Antrieb

Das Steuerungssystem SINUMERIK 840D ist über einen schnellen digitalen Parallelbus mit dem Umrichtersystem SIMODRIVE 611 digital verbunden.

Anwenderdefinierte Variable

Anwender können für beliebige Nutzung im → Teileprogramm oder Datenbaustein (globale Anwenderdaten) anwenderdefinierte Variable 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.

A-Spline

Der Akima-Spline verläuft tangentenstetig durch die programmierten Stützpunkte (Polynom 3. Grades).

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.

Back up

Abzug des Speicherinhaltes auf ein externes Speichergerät.

Backup-Speicher

Der Backup-Speicher gewährleistet eine Pufferung von Speicherbereichen der → CPU ohne Pufferbatterie. Gepuffert wird eine parametrierbare Anzahl von Zeiten, Zählern, Merkern und Datenbytes.

Bahnachse

Bahnachsen sind alle Bearbeitungsachsen des → Kanals, die vom → Interpolator so geführt werden, dass sie gleichzeitig starten, beschleunigen, stoppen und den Endpunkt erreichen.

Bahngeschwindigkeit

Die maximal programmierbare Bahngeschwindigkeit ist abhängig von der Eingabefeinheit. Bei einer Auflösung von beispielsweise 0,1 mm beträgt die maximal programmierbare Bahngeschwindigkeit 1000 m/min.

Bahnsteuerbetrieb

Ziel des Bahnsteuerbetriebes ist es, ein größeres Abbremsen der die Steuerung, Maschine und weitere Vermögenswerte des Betriebes und Anwenders → Bahnachsen an den Teileprogramm-Satzgrenzen zu vermeiden und mit möglichst gleicher Bahngeschwindigkeit in den nächsten Satz zu wechseln.

Bahnvorschub

Bahnvorschub wirkt auf → Bahnachsen. Er stellt die geometrische Summe der Vorschübe der beteiligten → Geometrieachsen dar.

Basisachse

Achse, deren Soll- oder Istwert für die Berechnung eines Kompensationswertes herangezogen wird.

Basiskoordinatensystem

Kartesisches Koordinatensystem, wird durch Transformation auf das Maschinenkoordinatensystem abgebildet.

Im → Teileprogramm verwendet der Programmierer Achsnamen des Basiskoordinatensystems. Es besteht, wenn keine → Transformation aktiv ist, parallel zum → Maschinenkoordinatensystem. Der Unterschied zu diesem liegt in den Achsbezeichnern.

Baudrate

Geschwindigkeit bei der Datenübertragung (Bit/s).

Baustein

Als Bausteine werden alle Dateien bezeichnet, die für die Programmerstellung und Programmverarbeitung benötigt werden.

Bearbeitungskanal

Über eine Kanalstruktur können durch parallele Bewegungsabläufe Nebenzeiten verkürzt werden, z. B. Verfahren eines Ladeportals simultan zur Bearbeitung. Ein CNC-Kanal ist dabei als eigene CNC-Steuerung mit Dekodierung, Satzaufbereitung und Interpolation anzusehen.

Bedienoberfläche

Die Bedienoberfläche (BOF) ist das Anzeigemedium einer CNC-Steuerung in Gestalt eines Bildschirms. Sie ist mit horizontalen und vertikalen Softkeys gestaltet.

Beschleunigung mit Ruckbegrenzung

Zur Erzielung eines optimalen Beschleunigungsverhaltens an der Maschine bei gleichzeitiger Schonung der Mechanik kann im Bearbeitungsprogramm zwischen sprunghafter Beschleunigung und stetiger (ruckfreier) Beschleunigung umgeschaltet werden.

Betriebsart

Ablaufkonzept für den Betrieb einer SINUMERIK-Steuerung. Es sind die Betriebsarten → Jog, → MDA, → Automatik definiert.

Betriebsartengruppe

Zu einem Zeitpunkt sind alle Achsen/Spindeln genau einem Kanal zugeordnet. Jeder Kanal ist einer Betriebsartengruppe zugeordnet. 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.

B-Spline

Beim B-Spline sind die programmierten Positionen keine Stützpunkte, sondern lediglich "Kontrollpunkte". Die erzeugte Kurve verläuft nicht direkt durch die Kontrollpunkte, sondern lediglich in deren Nähe (wahlweise Polynome 1., 2. oder 3. Grades).

Busverbinder

Ein Busverbinder ist ein S7-300-Zubehörteil, das zusammen mit den → Peripheriebaugruppen ausgeliefert wird. Der Busverbinder erweitert den → S7-300-Bus von der → CPU bzw. einer Peripheriebaugruppe zur jeweils benachbarten Peripheriebaugruppe.

C-Achse

Achse, um die eine gesteuerte Drehbewegung und Positionierung mit der Werkstückspindel erfolgt.

CNC

Siehe → NC

COM

Komponente der NC-Steuerung zur Durchführung und Koordination von Kommunikation.

CPU

Central Processor Unit, siehe → Speicherprogrammierbare Steuerung

C-Spline

Der C-Spline ist der bekannteste und am meisten verwendete Spline. Die Übergänge an den Stützpunkten sind tangenten- und krümmungsstetig. Es werden Polynome 3. Grades verwendet.

Datenbaustein

1. Dateneinheit der → PLC, auf die → HIGHSTEP Programme zugreifen können.
2. Dateneinheit der → NC: Datenbausteine enthalten Datendefinitionen für globale Anwenderdaten. Die Daten können bei der Definition direkt initialisiert werden.

Datenübertragungsprogramm PCIN

PCIN ist ein Hilfsprogramm zum Senden und Empfangen von CNC-Anwenderdaten über die serielle Schnittstelle, wie z. B. Teileprogramme, Werkzeugkorrekturen etc. Das PCIN-Programm ist unter MS-DOS auf Standard-Industrie-PCs lauffähig.

Datenwort

Zwei Byte große Dateneinheit innerhalb eines → Datenbausteins.

Diagnose

1. Bedienbereich der Steuerung
2. Die Steuerung besitzt sowohl ein Selbstdiagnose-Programm als auch Testhilfen für den Service: Status-, Alarm- und Serviceanzeigen.

Dienste

Bedienbereich der Steuerung

Digital-Ein-/Ausgabebaugruppe

Digitalbaugruppen sind Signalformer für binäre Prozesssignale.

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.

Elektronisches Handrad

Mit Hilfe von elektronischen Handrädern können die angewählten Achsen im Handbetrieb simultan verfahren werden. Die Bewertung der Teilstriche der Handräder wird über die Externe Nullpunktverschiebung Schrittmaßbewertung festgelegt.

Externe Nullpunktverschiebung

Von der → PLC vorgegebene Nullpunktverschiebung.

Fertigteilkontur

Kontur des fertig bearbeiteten Werkstücks. Siehe → Rohteil.

Festpunkt-Anfahren

Werkzeugmaschinen können feste Punkte wie Werkzeugwechselpunkt, Beladepunkt, Palettenwechselpunkt etc. definiert anfahren. Die Koordinaten dieser Punkte sind in der Steuerung hinterlegt. Die Steuerung verfährt die betroffenen Achsen, wenn möglich, im → Eilgang.

Frame

Ein Frame stellt eine Rechenvorschrift dar, die ein kartesisches Koordinatensystem in ein anderes kartesisches Koordinatensystem überführt. Ein Frame enthält die Komponenten → Nullpunktverschiebung, → Rotation, → Skalierung, → Spiegelung.

Genauhalt

Bei programmierter Genauhaltanweisung wird die in einem Satz angegebene Position genau und ggf. sehr langsam angefahren. Zur Reduktion der Annäherungszeit werden für Eilgang und Vorschub → Genauhaltsgrenzen definiert.

Genauhaltgrenze

Erreichen alle Bahnachsen ihre Genauhaltgrenze, so verhält sich die Steuerung als habe sie einen Zielpunkt exakt erreicht. Es erfolgt Satzweiterschaltung des → Teileprogramms.

Geometrie

Beschreibung eines → Werkstücks im → Werkstückkoordinatensystem.

Geometrieachse

Geometrieachsen dienen der Beschreibung eines 2- oder 3-dimensionalen Bereichs im Werkstückkoordinatensystem.

Geradeninterpolation

Das Werkzeug wird auf einer Geraden zum Zielpunkt verfahren und dabei das Werkstück bearbeitet.

Geschwindigkeitsführung

Um bei Verfahrbewegungen um sehr kleine Beträge je Satz eine akzeptable Verfahrgeschwindigkeit erreichen zu können, kann vorausschauende Auswertung über mehrere Sätze (→ Look Ahead) eingestellt werden.

Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter

Mit dieser Funktion können Gewinde ohne Ausgleichsfutter gebohrt werden. Durch das interpolierende Verfahren der Spindel als Rundachse und der Bohrachse werden Gewinde exakt auf Endbohrtiefe geschnitten, z. B. Sacklochgewinde (Voraussetzung: Achsbetrieb der Spindel).

Globales Haupt-/Unterprogramm

Jedes globale Haupt-/Unterprogramm kann nur einmal unter seinem Namen im Verzeichnis erscheinen, ein gleicher Programmname in verschiedenen Verzeichnissen mit verschiedenen Inhalten ist als globales Programm nicht möglich.

Grenzdrehzahl

Maximale/minimale (Spindel-)Drehzahl: Durch Vorgaben von Maschinendaten, der → PLC oder → Settingdaten kann die maximale Drehzahl einer Spindel begrenzt sein.

Hauptprogramm

Mit Nummer oder Bezeichner gekennzeichnetes → Teileprogramm, in dem weitere Hauptprogramme, Unterprogramme oder → Zyklen en aufgerufen werden können.

Hauptsatz

Durch ":" eingeleiteter Satz, der alle Angaben enthält, um den Arbeitsablauf in einem → Teileprogramm starten zu können.

HIGHSTEP

Zusammenfassung der Programmiermöglichkeiten für die → PLC des System AS300/AS400.

Hilfsfunktionen

Mit Hilfsfunktionen können in → Teileprogrammen → Parameter an die → PLC übergeben werden, die dort vom Maschinenhersteller definierte Reaktionen auslösen.

Hochsprache CNC

Die Hochsprache bietet: → Anwenderdefinierte Variable, → Systemvariable, → Makrotechnik.

Initialisierungsbaustein

Initialisierungsbausteine sind spezielle → Programmbausteine. Sie enthalten Wertzuweisungen, die vor der Programmabarbeitung ausgeführt werden. Initialisierungsbausteine dienen vor allem der Initialisierung vordefinierter Daten oder globaler Anwenderdaten.

Initialisierungsdatei

Zu jedem → Werkstück ist es möglich eine Initialisierungsdatei anzulegen. In ihr können verschiedene Variablenwertanweisungen abgelegt werden, die speziell für ein Werkstück gelten sollen.

Interpolator

Logische Einheit des → NCK, die nach Angaben von Zielpositionen im Teileprogramm Zwischenwerte für die in den einzelnen Achsen zu fahrenden Bewegungen bestimmt.

Interpolatorische Kompensation

Mit Hilfe der interpolatorischen Kompensation können fertigungsbedingte **S**pindel**s**teigungs**f**ehler und **M**ess**s**ystem**f**ehler **k**ompensiert werden (SSFK, MSFK).

Interruptroutine

Interruptroutinen sind spezielle → Unterprogramme, die durch Ereignisse (externe Signale) vom Bearbeitungsprozess gestartet werden können. Ein in Abarbeitung befindlicher Teileprogrammsatz wird abgebrochen, die Unterbrechungsposition der Achsen wird automatisch gespeichert.

Jog

Betriebsart der Steuerung (Einrichtebetrieb): In der Betriebsart Jog kann die Maschine eingerichtet werden. Einzelne Achsen und Spindeln können über die Richtungstasten im Tippbetrieb verfahren werden. Weitere Funktionen in der Betriebsart Jog sind das → Referenzpunktfahren, → Repos sowie → Preset (Istwert setzen).

Kanal

Ein Kanal ist dadurch gekennzeichnet, dass er unabhängig von anderen Kanälen ein → Teileprogramm abarbeiten kann. Ein Kanal steuert exklusiv die ihm zugeordneten Achsen und Spindeln. Teileprogrammabläufe verschiedener Kanäle können durch → Synchronisation koordiniert werden.

Kanalstruktur

Die Kanalstruktur erlaubt es, die → Programme der einzelnen Kanäle simultan und asynchron abzuarbeiten.

Kettenmaß

Auch Inkrementmaß: Angabe eines Bewegungsziels einer Achse durch eine zu verfahrende Wegstrecke und Richtung bezogen auf einen bereits erreichten Punkt. Siehe → Absolutmaß.

Kompensationsachse

Achse, deren Soll- oder Istwert durch den Kompensationswert modifiziert wird.

Kompensationstabelle

Tabelle von Stützpunkten. Sie liefert für ausgewählte Positionen der Basisachse die Kompensationswerte der Kompensationsachse.

Kompensationswert

Differenz zwischen der durch den Messgeber gemessenen Achsposition und der gewünschten, programmierten Achsposition.

Kontur

Umriss des → Werkstücks

Konturüberwachung

Als Maß für die Konturtreue wird der Schleppfehler innerhalb eines definierbaren Toleranzbandes überwacht. Ein unzulässig hoher Schleppfehler kann sich z. B. durch Überlastung des Antriebes ergeben. In diesem Fall kommt es zu einem Alarm und die Achsen werden stillgesetzt.

Koordinatensystem

Siehe → Maschinenkoordinatensystem, → Werkstückkoordinatensystem

Korrekturspeicher

Datenbereich in der Steuerung, in dem Werkzeugkorrekturdaten hinterlegt sind.

Kreisinterpolation

Das → Werkzeug soll zwischen festgelegten Punkten der Kontur mit einem gegebenen Vorschub auf einem Kreis fahren und dabei das Werkstück bearbeiten.

KÜ

Übersetzungsverhältnis

Kv

Kreisverstärkungsfaktor, regelungstechnische Größe eines Regelkreises

Ladespeicher

Der Ladespeicher ist bei der CPU 314 der → SPS gleich dem → Arbeitsspeicher.

Linearachse

Die Linearachse ist eine Achse, welche im Gegensatz zur Rundachse, eine Gerade beschreibt.

Look Ahead

Mit der Funktion **Look Ahead** wird durch das "Vorausschauen" über eine parametrierbare Anzahl von Verfahrsätzen ein Optimum an Bearbeitungsgeschwindigkeit erzielt.

Losekompensation

Ausgleich einer mechanischen Maschinenlose, z. B. Umkehrlose bei Kugelrollspindeln. Für jede Achse kann die Losekompensation getrennt eingegeben werden.

Makrotechnik

Zusammenfassung einer Menge von Anweisungen unter einem Bezeichner. Der Bezeichner repräsentiert im Programm die Menge der zusammengefassten Anweisungen.

Maschine

Bedienbereich der Steuerung

Maschinenachsen

In der Werkzeugmaschine physikalisch existierende Achsen.

Maschinenfestpunkt

Durch die Werkzeugmaschine eindeutig definierter Punkt, z. B. Referenzpunkt.

Maschinenfestpunkt anfahren

Fahrbewegung zu einem der vordefinierten → Maschinenfestpunkte.

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.

Mehrpunkt-Schnittstelle

Die Mehrpunkt-Schnittstelle (MPI) ist eine 9-polige D-Sub-Schnittstelle. An eine Mehrpunkt-Schnittstelle kann eine parametrierbare Anzahl von Geräten angeschlossen werden und miteinander kommunizieren:

- PGs
- Bedien- und Beobachtungssysteme
- weitere Automatisierungssysteme

Der Parameterblock "Multipoint Interface MPI" der CPU enthält die → Parameter, die die Eigenschaften der Mehrpunkt-Schnittstelle festlegen.

Meldungen

Alle im Teileprogramm programmierten Meldungen und vom System erkannte → Alarme werden auf der Bedientafel im Klartext mit Datum und Uhrzeit und dem entsprechenden Symbol für das Löschkriterium angezeigt. Die Anzeige erfolgt getrennt nach Alarmen und Meldungen.

Metrisches Messsystem

Genormtes System von Einheiten: für Längen z. B. mm (Millimeter), m (Meter).

NC

Numerical Control: NC-Steuerung umfasst alle Komponenten der Werkzeugmaschinensteuerung: → NCK, → PLC, HMI, → COM.

Hinweis

Für die Steuerungen SINUMERIK 840D wäre CNC-Steuerung korrekter: computerized numerical control.

NCK

Numeric Control Kernel: Komponente der NC-Steuerung, die → Teileprogramme abarbeitet und im Wesentlichen die Bewegungsvorgänge für die Werkzeugmaschine koordiniert.

Nebensatz

Durch "N" eingeleiteter Satz mit Informationen für einen Arbeitsschritt, z. B. eine Positionsangabe.

Netz

Ein Netz ist die Verbindung von mehreren S7-300 und weiteren Endgeräten, z. B. einem PG, über → Verbindungskabel. Über das Netz erfolgt ein Datenaustausch zwischen den angeschlossenen Geräten.

NRK

Numeric Robotic Kernel (Betriebssystem des → NCK)

Nullpunktverschiebung

Vorgabe eines neuen Bezugspunktes für ein Koordinatensystem durch Bezug auf einen bestehenden Nullpunkt und ein → Frame.

1. Einstellbar

   SINUMERIK 840D: Es steht eine projektierbare Anzahl von einstellbaren Nullpunktverschiebungen für jede CNC-Achse zur Verfügung. Die über G-Funktionen anwählbaren Verschiebungen sind alternativ wirksam.

2. Extern

   Zusätzlich zu allen Verschiebungen, die die Lage des Werkstücknullpunktes festlegen, kann eine externe Nullpunktverschiebung durch Handrad (DRF-Verschiebung) oder von der PLC überlagert werden.

3. Programmierbar

   Mit der Anweisung TRANS sind für alle Bahn- und Positionierachsen Nullpunktverschiebungen programmierbar.

NURBS

Die steuerungsinterne Bewegungsführung und Bahninterpolation wird auf Basis von NURBS (Non Uniform Rational B-Splines) durchgeführt. Damit steht bei SINUMERIK 840D steuerungsintern für alle Interpolationen ein einheitliches Verfahren zur Verfügung.

OEM

Für Maschinenhersteller, die ihre eigene Bedienoberfläche erstellen oder technologiespezifische Funktionen in die Steuerung einbringen wollen, sind Freiräume für individuelle Lösungen (OEM-Applikationen) für SINUMERIK 840D vorgesehen.

Orientierter Spindelhalt

Halt der Werkstückspindel in vorgegebener Winkellage, z. B. um an bestimmter Stelle eine Zusatzbearbeitung vorzunehmen.

Orientierter Werkzeugrückzug

RETTOOL: Bei Bearbeitungsunterbrechungen (z. B. bei Werkzeugbruch) kann das Werkzeug per Programmbefehl mit vorgebbarer Orientierung um einen definierten Weg zurückgezogen werden.

Override

Manuelle bzw. programmierbare Eingriffsmöglichkeit, die es dem Bediener gestattet, programmierte Vorschübe oder Drehzahlen zu überlagern, um sie einem bestimmten Werkstück oder Werkstoff anzupassen.

Peripheriebaugruppe

Peripheriebaugruppen stellen die Verbindung zwischen CPU und Prozess her.

Peripheriebaugruppen sind:

- → Digital-Ein-/Ausgabebaugruppen
- → Analog-Ein-/Ausgabebaugruppen
- → Simulatorbaugruppen

PLC

Programmable **L**ogic **C**ontrol: → Speicherprogrammierbare Steuerung. Komponente der → NC: Anpass-Steuerung zur Bearbeitung der Kontroll-Logik der Werkzeugmaschine.

PLC-Programmierung

Die PLC wird mit der Software **STEP 7** programmiert. Die Programmiersoftware STEP 7 basiert auf dem Standardbetriebssystem **WINDOWS** und enthält die Funktionen der STEP 5 -Programmierung mit innovativen Weiterentwicklungen.

PLC-Programmspeicher

SINUMERIK 840D: Im PLC-Anwenderspeicher werden das PLC-Anwenderprogramm und die Anwenderdaten gemeinsam mit dem PLC-Grundprogramm abgelegt.

Polarkoordinaten

Koordinatensystem, das die Lage eines Punktes in einer Ebene durch seinen Abstand vom Nullpunkt und den Winkel festlegt, den der Radiusvektor mit einer festgelegten Achse bildet.

Polynom-Interpolation

Mit der Polynom-Interpolation können die unterschiedlichsten Kurvenverläufe erzeugt werden, wie **Gerade-, Parabel-, Potenzfunktionen** (SINUMERIK 840D).

Positionierachse

Achse, die eine Hilfsbewegung an einer Werkzeugmaschine ausführt. (z. B. Werkzeugmagazin, Palettentransport). Positionierachsen sind Achsen, die nicht mit den → Bahnachsen interpolieren.

Programmbaustein

Programmbausteine enthalten die Haupt- und Unterprogramme der → Teileprogramme.

Programmierbare Arbeitsfeldbegrenzung

Begrenzung des Bewegungsraumes des Werkzeugs auf einen durch programmierte Begrenzungen definierten Raum.

Programmierbare Frames

Mit programmierbaren → Frames können dynamisch im Zuge der Teileprogramm-Abarbeitung neue Koordinatensystem-Ausgangspunkte definiert werden. Es wird unterschieden nach absoluter Festlegung anhand eines neuen Frames und additiver Festlegung unter Bezug auf einen bestehenden Ausgangspunkt.

Programmierschlüssel

Zeichen und Zeichenfolgen, die in der Programmiersprache für → Teileprogramme eine festgelegte Bedeutung haben.

Pufferbatterie

Die Pufferbatterie gewährleistet, dass das → Anwenderprogramm in der → CPU netzausfallsicher hinterlegt ist und festgelegte Datenbereiche und Merker, Zeiten und Zähler remanent gehalten werden.

Quadrantenfehlerkompensation

Konturfehler an Quadrantenübergängen, die durch wechselnde Reibverhältnisse an Führungsbahnen entstehen, sind mit der Quadrantenfehlerkompensation weitgehend eliminierbar. Die Parametrierung der Quadrantenfehlerkompensation erfolgt durch einen Kreisformtest.

Referenzpunkt

Punkt der Werkzeugmaschine, auf den sich das Messsystem der → Maschinenachsen bezieht.

Rohteil

Teil, mit dem die Bearbeitung eines Werkstücks begonnen wird.

Rotation

Komponente eines → Frames, die eine Drehung des Koordinatensystems um einen bestimmten Winkel definiert.

R-Parameter

Rechenparameter, kann vom Programmierer des → Teileprogramms für beliebige Zwecke im Programm gesetzt oder abgefragt werden.

Rundachse

Rundachsen bewirken eine Werkstück- oder Werkzeugdrehung in eine vorgegebene Winkellage.

Rundungsachse

Rundungsachsen bewirken eine Werkstück- oder Werkzeugdrehung in eine einem Teilungsraster entsprechende Winkellage. Beim Erreichen eines Rasters ist die Rundungsachse "in Position".

Satz

Teil eines → Teileprogramms, durch Line Feed abgegrenzt. Es werden → Hauptsätze und → Nebensätze unterschieden.

Satzsuchlauf

Zum Austesten von Teileprogrammen oder nach einem Abbruch der Bearbeitung kann über die Funktion "Satzsuchlauf" eine beliebige Stelle im Teileprogramm angewählt werden, an der die Bearbeitung gestartet oder fortgesetzt werden soll.

Schlüsselschalter

Der Schlüsselschalter auf der → Maschinensteuertafel besitzt 4 Stellungen, die vom Betriebssystem der Steuerung mit Funktionen belegt sind. Zum Schlüsselschalter gehören drei verschiedenfarbige Schlüssel, die in den angegebenen Stellungen abgezogen werden können.

Schlüsselwörter

Wörter mit festgelegter Schreibweise, die in der Programmiersprache für → Teileprogramme eine definierte Bedeutung haben.

Schneidenradiuskorrektur

Bei der Programmierung einer Kontur wird von einem spitzen Werkzeug ausgegangen. Da dies in der Praxis nicht realisierbar ist, wird der Krümmungsradius des eingesetzten Werkzeugs der Steuerung angegeben und von dieser berücksichtigt. Dabei wird der Krümmungsmittelpunkt um den Krümmungsradius verschoben äquidistant um die Kontur geführt.

Schnellabheben von der Kontur

Beim Eintreffen eines Interrupts kann über das CNC-Bearbeitungsprogramm eine Bewegung eingeleitet werden, die ein schnelles Abheben des Werkzeugs von der gerade bearbeiteten Werkstückkontur ermöglicht. Zusätzlich kann der Rückzugwinkel und der Betrag des Weges parametriert werden. Nach dem Schnellabheben kann zusätzlich eine Interruptroutine ausgeführt werden (SINUMERIK 840D).

Schnelle digitale Ein-/Ausgänge

Über die digitalen Eingänge können z. B. schnelle CNC-Programmroutinen (Interruptroutinen) gestartet werden. Über die digitalen CNC-Ausgänge können schnelle, programmgesteuerte Schaltfunktionen ausgelöst werden (SINUMERIK 840D).

Schrägenbearbeitung

Bohr- und Fräsbearbeitungen an Werkstückflächen, die nicht in den Koordinatenebenen der Maschine liegen, können mit Unterstützung der Funktion "Schrägenbearbeitung" komfortabel ausgeführt werden.

Schraubenlinien-Interpolation

Die Schraubenlinien-Interpolation eignet sich besonders zum einfachen Herstellen von Innen- oder Außengewinden mit Formfräsern und zum Fräsen von Schmiernuten.

Dabei setzt sich die Schraubenlinie aus zwei Bewegungen zusammen:

- Kreisbewegung in einer Ebene
- Linearbewegung senkrecht zu dieser Ebene

Schrittmaß

Verfahrweglängenangabe über Inkrementanzahl (Schrittmaß). Inkrementanzahl kann als → Settingdatum hinterlegt sein bzw. durch entsprechend beschriftete Tasten 10, 100, 1000, 10000 gewählt werden.

Schutzraum

Dreidimensionaler Raum innerhalb des → Arbeitsraumes, in den die Werkzeugspitze nicht hineinreichen darf.

Serielle Schnittstelle V.24

Für die Dateneingabe/-ausgabe ist auf der PCU 20 eine serielle V.24-Schnittstelle (RS232), auf der PCU 50/70 sind zwei V.24-Schnittstellen vorhanden. Über diese Schnittstellen können Bearbeitungsprogramme sowie Hersteller- und Anwenderdaten geladen und gesichert werden.

Settingdaten

Daten, die Eigenschaften der Werkzeugmaschine auf durch die Systemsoftware definierte Weise der NC-Steuerung mitteilen.

Sicherheitsfunktionen

Die Steuerung enthält ständig aktive Überwachungen, die Störungen in der → CNC, der Anpass-Steuerung (→ PLC) und der Maschine so frühzeitig erkennen, dass Schäden an Werkstück, Werkzeug oder Maschine weitgehend ausgeschlossen werden. Im Störungsfall wird der Bearbeitungsablauf unterbrochen und die Antriebe werden stillgesetzt, die Störungsursache gespeichert und als Alarm angezeigt. Gleichzeitig wird der PLC mitgeteilt, dass ein CNC-Alarm ansteht.

Skalierung

Komponente eines → Frames, die achsspezifische Maßstabsveränderungen bewirkt.

Softkey

Taste, deren Beschriftung durch ein Feld im Bildschirm repräsentiert wird, das sich dynamisch der aktuellen Bediensituation anpasst. Die frei belegbaren Funktionstasten (Softkeys) werden softwaremäßig definierten Funktionen zugeordnet.

Software-Endschalter

Software-Endschalter begrenzen den Verfahrbereich einer Achse und verhindern ein Auffahren des Schlittens auf die Hardware-Endschalter. Je Achse sind 2 Wertepaare vorgebbar, die getrennt über die → PLC aktiviert werden können.

Speicherprogrammierbare Steuerung

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) sind elektronische Steuerungen, deren Funktion als Programm im Steuerungsgerät gespeichert ist. Aufbau und Verdrahtung des Gerätes hängen also nicht von der Funktion der Steuerung ab. Die speicherprogrammierbare Steuerung hat die Struktur eines Rechners; sie besteht aus CPU (Zentralbaugruppe) mit Speicher, Ein-/Ausgabebaugruppen und internem Bus-System. Die Peripherie und die Programmiersprache sind auf die Belange der Steuerungstechnik ausgerichtet.

Spiegelung

Bei Spiegelung werden die Vorzeichen der Koordinatenwerte einer Kontur bezüglich einer Achse vertauscht. Es kann bezüglich mehrerer Achsen zugleich gespiegelt werden.

Spindelsteigungsfehler-Kompensation

Ausgleich mechanischer Ungenauigkeiten einer am Vorschub beteiligten Kugelrollspindel durch die Steuerung anhand von hinterlegten Messwerten der Abweichungen.

Spline-Interpolation

Mit der Spline-Interpolation kann die Steuerung aus nur wenigen vorgegebenen Stützpunkten einer Sollkontur einen glatten Kurvenverlauf erzeugen.

Standardzyklen

Für häufig wiederkehrende Bearbeitungsaufgaben stehen Standardzyklen zur Verfügung:

- für die Technologie Bohren/Fräsen
- für die Technologie Drehen

Im Bedienbereich "Programm" werden unter dem Menü "Zyklenunterstützung" die zur Verfügung stehenden Zyklen aufgelistet. Nach Anwahl des gewünschten Bearbeitungszyklus werden die notwendigen Parameter für die Wertzuweisung im Klartext angezeigt.

Synchronachsen

Synchronachsen benötigen für ihren Weg die gleiche Zeit wie die Geometrieachsen für ihren Bahnweg.

Synchronaktionen

1. Hilfsfunktionsausgabe

   Während der Werkstückbearbeitung können aus dem CNC-Programm heraus technologische Funktionen (→ Hilfsfunktionen) an die PLC ausgegeben werden. Über diese Hilfsfunktionen werden beispielsweise Zusatzeinrichtungen der Werkzeugmaschine gesteuert, wie Pinole, Greifer, Spannfutter etc.

2. Schnelle Hilfsfunktionsausgabe

   Für zeitkritische Schaltfunktionen können die Quittierungszeiten für die → Hilfsfunktionen minimiert und unnötige Haltepunkte im Bearbeitungsprozess vermieden werden.

Synchronisation

Anweisungen in → Teileprogrammen zur Koordination der Abläufe in verschiedenen → Kanälen an bestimmten Bearbeitungsstellen.

Systemspeicher

Der Systemspeicher ist ein Speicher in der CPU, in der folgende Daten abgelegt werden:

- Daten, die das Betriebssystem benötigt
- die Operanden Zeiten, Zähler, Merker

Systemvariable

Ohne Zutun des Programmierers eines → Teileprogramms existierende Variable. Sie ist definiert durch einen Datentyp und dem Variablennamen, der durch das Zeichen **$** eingeleitet wird. Siehe → Anwenderdefinierte Variable.

Teileprogramm

Folge von Anweisungen an die NC-Steuerung, die insgesamt die Erzeugung eines bestimmten → Werkstücks bewirken. Ebenso Vornahme einer bestimmten Bearbeitung an einem gegebenen → Rohteil.

Teileprogrammverwaltung

Die Teileprogrammverwaltung kann nach → Werkstücken organisiert werden. Die Größe des Anwenderspeichers bestimmt die Anzahl der zu verwaltenden Programme und Daten. Jede Datei (Programme und Daten) kann mit einem Namen von maximal 24 alphanumerischen Zeichen versehen werden.

Text-Editor

Siehe → Editor

TOA–Bereich

Der TOA–Bereich umfasst alle Werkzeug- und Magazindaten. Standardmäßig fällt der Bereich bzgl. der Reichweite der Daten mit dem Bereich → Kanal zusammen. Über Maschinendaten kann jedoch festgelegt werden, dass sich mehrere Kanäle eine → TOA-Einheit teilen, so dass diesen Kanälen dann gemeinsame WZV-Daten zur Verfügung stehen.

TOA–Einheit

Jeder → TOA-Bereich kann mehrere TOA-Einheiten enthalten. Die Anzahl der möglichen TOA-Einheiten wird über die maximale Anzahl aktiver → Kanäle begrenzt. Eine TOA-Einheit umfasst genau einen WZ-Daten-Baustein und einen Magazindaten-Baustein. Zusätzlich kann noch ein WZ-Trägerdaten-Baustein enthalten sein (optional).

Transformation

Additive oder absolute Nullpunktsverschiebung einer Achse.

Unterprogramm

Folge von Anweisungen eines → Teileprogramms, die mit unterschiedlichen Versorgungsparametern wiederholt aufgerufen werden kann. Der Aufruf des Unterprogramms erfolgt aus einem Hauptprogramm. Jedes Unterprogramm kann gegen nicht autorisiertes Auslesen und Anzeigen gesperrt werden. → Zyklen sind eine Form von Unterprogrammen.

Urlöschen

Beim Urlöschen werden folgende Speicher der → CPU gelöscht:

- -→ Arbeitsspeicher
- Schreib-/Lesebereich des → Ladespeichers
- → Systemspeicher
- → Backup-Speicher

Variablendefinition

Eine Variablendefinition umfasst die Festlegung eines Datentyps und eines Variablennamens. Mit dem Variablennamen kann der Wert der Variablen angesprochen werden.

Verbindungskabel

Verbindungskabel sind vorgefertigte bzw. vom Anwender selbst anzufertigende 2-Draht-Leitungen mit 2 Anschlussteckern. Diese Verbindungskabel verbinden die → CPU über die → Mehrpunkt-Schnittstelle (MPI) mit einem → PG bzw. mit anderen CPUs.

Verfahrbereich

Der maximal zulässige Verfahrbereich bei Linearachsen beträgt ± 9 Dekaden. Der absolute Wert ist abhängig von der gewählten Eingabe- und Lageregelfeinheit und dem Einheitensystem (inch oder metrisch).

Vorkoinzidenz

Satzwechsel bereits, wenn Bahnweg um ein vorgegebenes Delta der Endposition nahe gekommen ist.

Vorschub-Override

Der programmierten Geschwindigkeit wird die aktuelle Geschwindigkeitseinstellung über → Maschinensteuertafel oder von der → PLC überlagert (0-200%). Die Vorschubgeschwindigkeit kann zusätzlich im Bearbeitungsprogramm durch einen programmierbaren Prozentfaktor (1-200%) korrigiert werden.

Vorsteuerung, dynamisch

Ungenauigkeiten der → Kontur, bedingt durch Schleppfehler, lassen sich durch die dynamische, beschleunigungsabhängige Vorsteuerung nahezu eliminieren. Dadurch ergibt sich auch bei hohen → Bahngeschwindigkeiten eine hervorragende Bearbeitungsgenauigkeit. Die Vorsteuerung kann achsspezifisch über das → Teileprogramm an- und abgewählt werden.

Werkstück

Von der Werkzeugmaschine zu erstellendes/zu bearbeitendes Teil.

Werkstückkontur

Sollkontur des zu erstellenden/bearbeitenden → Werkstücks.

Werkstückkoordinatensystem

Das Werkstückkoordinatensystem hat seinen Ausgangspunkt im → Werkstücknullpunkt. Bei Programmierung im Werkstückkoordinatensystem beziehen sich Maße und Richtungen auf dieses System.

Werkstücknullpunkt

Der Werkstücknullpunkt bildet den Ausgangspunkt für das → Werkstückkoordinatensystem. Er ist durch Abstände zum → Maschinennullpunkt definiert.

Werkzeug

An der Werkzeugmaschine wirksames Teil, das die Bearbeitung bewirkt (z. B. Drehmeißel, Fräser, Bohrer, LASER-Strahl ...).

Werkzeugkorrektur

Berücksichtigung der Werkzeug-Abmessungen bei der Berechnung der Bahn.

Werkzeugradiuskorrektur

Um eine gewünschte → Werkstückkontur direkt programmieren zu können, muss die Steuerung unter Berücksichtigung des Radius des eingesetzten Werkzeugs eine äquidistante Bahn zur programmierten Kontur verfahren (G41/G42).

Zeitreziproker Vorschub

Bei SINUMERIK 840D kann anstelle der Vorschubgeschwindigkeit für die Achsbewegung die Zeit programmiert werden, die der Bahnweg eines Satzes benötigen soll (G93).

Zoll-Maßsystem

Maßsystem, das Entfernungen in "inch" und Bruchteilen davon definiert.

Zwischensätze

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.

Zyklus

Geschütztes Unterprogramm zur Ausführung eines wiederholt auftretenden Bearbeitungsvorganges am → Werkstück.

Index

$

$AA_ACC, 7-29
$AA_OFF Abwahl, 6-44
$P_GWPS, 7-42
$TC_ECPxy, 8-72
$TC_SCPxy, 8-72
$TC_TPG1, ..., ...9, 8-70
$TC_TPG1/...8/...9, 7-42

2

2 Geraden, 4-45

3

3 Geraden, 4-46

A

Absolutmaß, 1-5
Absolutmaßeingabe, 3-3
AC, 3-3, 3-5, 4-7, 7-15
ACC, 7-28
ACCLIMA, 5-20
Achsbezeichner X, Y, Z, 3-3, 3-7
Achse
  Q, 2-7
  U, 2-8
  V, 2-8
  W, 2-8
  X, 2-8
  Y, 2-8
  Z, 2-8
Achstypen
  Bahnachsen, 1-27
  Hauptspindel, 1-26
  Kanalachsen, 1-27
  Maschinenachsen, 1-27
  Positionierachsen, 1-28
  Synchronachsen, 1-29
  Zusatzachsen, 1-26
ACN, 3-11, 7-15
ACP, 3-11, 7-15
additive Korrekturen
  anwählen, 8-70
  löschen, 8-73
ADIS, 5-8
ADISPOS, 5-8
Adressbuchstaben, 12-23
Adresse
  Anzahl Programmdurchläufe P, 2-7
  Hilfsfunktion H, 2-7
  Interpolationsparameter I, 2-7
  Interpolationsparameter J, 2-7
  Interpolationsparameter K, 2-7
  Kreisradius CR, 2-8
  Nebensatz N, 2-7
  Öffnungswinkel AC, 2-8
  Polarradius RP, 2-8
  Polarwinkel AP, 2-8
  Rechenparameter R, 2-7
  Unterprogrammaufruf L, 2-7
  Wegbedingung G, 2-7
  Zusatzfunktion M, 2-7
Adresse der Satznummer N, 2-5
Adressen, 2-7
  Einstellbare Adressen, 2-11
  Erweiterte Adressen, 2-9
  Feste Adressen, 2-10, 12-24
  Feste Adressen mit Achserweiterung, 2-10
  mit axialer Erweiterung, 2-8
  Modal/satzweise wirksame Adressen, 2-8
  Wertzuweisung, 2-13
Alarm
  -nummer, 2-21
  -text, 2-21
Alarme setzen, 2-20
ALF, 4-64, 4-68
AMIRROR, 6-5, 6-30
An- bzw. Abfahrgeschwindigkeiten, 8-52
An-, Abfahrwege, 8-33
Anfahrpunkt/-winkel, 8-35
ANG, 12-2
ANG1, 4-45
ANG2, 4-45, 4-47
Anweisungsliste, 12-1

AP, 4-4, 4-6, 4-9, 4-17, 4-29, 4-38
AR, 4-26, 4-38, 4-41
Arbeitsebene, G17 bis G19, 3-26
Arbeitsfeldbegrenzung
  Bezugspunkte am Werkzeug, 3-32
  ein-/ ausschalten, 3-31
AROT, 6-2, 6-5, 6-14
AROTS, 6-25
ASCALE, 6-2, 6-5, 6-26
ATRANS, 6-5, 6-7, 6-12
Ausblendebenen, 2-18
Axiale DRF Abwahl, 6-43
Axiale DRF Abwahl und $AA_OFF Abwahl, 6-43

B

Bahnachsen
  mit Handradüberlagerung verfahren, 7-25
Bahnachsen, 1-27
Bahnachsen fahren bei G0 als
Positionierachsen, 4-12
Bahnoverride OVR, 2-7
Bahnsteuerbetrieb, 5-5, 5-7
  bei Positionierachsen, 5-14
  im Eilgang G0, 5-16
  Look Ahead, 5-16
  mit programmierbarem Übergangsschleifen, 5-11
  mit programmierbarem Übergangsverschleifen, 5-9
Bahntangente, 8-37
Basiskoordinatensystem, 1-16
Beschleunigungs
  -verhalten, 5-17
Bestimmen von Positionen, 1-2
Bezeichner, 2-14
  Bezeichnername, 2-15
  Feld-Bezeichner, 2-15
  Variablen-Bezeichner, 2-15
BRISK, 5-17
BRISKA, 5-17

C

CALCPOSI, 3-33, 12-63
CDOF, 8-60
CDOF2, 8-60
CDON, 8-60
CFC, 4-39, 7-31
CFIN, 7-31
CFTCP, 7-31
CHF, 4-75
CHR, 4-75
CIP, 4-17, 4-31
COARSEA, 7-14
Collision Detection ON (CDON)/OFF (CDOF), 8-59
CORROF, 6-43, 6-44
CPRECOF, 5-25
CPRECON, 5-25
CR, 3-14, 4-41
CROTS, 6-25
CT, 4-17, 4-34
CUT2D, 3-29, 8-5, 8-64, 8-67
CUT2DF, 3-29, 8-5, 8-64, 8-67

D

D, 8-16, 8-19
D0, 8-16, 8-19
DAC, 3-18
Datentypen, 2-16
  Konstanten, 2-16
DC, 3-11, 7-15
DELDL, 8-73
DIAM90, 3-16
DIAM90A[Achse], 3-18
DIAMCHANA, 3-18
DIAMOF, 3-16
DIAMOFA[Achse], 3-18
DIAMON, 3-16
DIAMONA[Achse], 3-18
DIC, 3-18
DILF, 4-64
DISC, 8-40
DISC=..., 8-42
DISCL, 8-45
DISR, 8-45
DITE, 4-55
DITS, 4-55
DL, 8-71
DL-Nummer, 8-71
D-Nummer, 8-21
Drehfunktionen
  achsspezifische Maßangabe für die angegebene Achse, 3-17
  Fase, Rundung, 4-76
  kanalspezifische Maßangabe für die Planachse, 3-15
Drehzahl S, 2-5
DRFOF, 6-43
DRIVE, 5-17
DRIVEA, 5-17
Durchmesserprogrammierung
  achsspezifisch modal und aktionsweise, 3-17
  achsspezifisch nichtmodal bzw. aktionsweise, 3-18

achsspezifische Übernahme, 3-18
aktionsweise nicht modal, 3-17
kanalspezifische Übernahme, 3-17, 3-18
DYNFINISH, 5-21
DYNNORM, 5-21
DYNPOS, 5-21
DYNROUGH, 5-21
DYNSEMIFIN, 5-21

E

Ebenenbezeichnungen, 1-8
Eckenverhalten
Schnittpunkt, 8-43
Übergangskreis, 8-41
Eilgangbewegung, 4-10
Ein- und Auslaufwege, programmierbar, 4-55
Einrichtewert, 8-72
Einstellbare Nullpunktverschiebungen, 3-21
Endpunktprogrammieren, 8-50
Erweiterte Adresse
Hillfsfunktion H, 2-9
Spindeldrehzahl S, 2-9
Vorschub F, 2-9
Werkzeugnummer T, 2-9
Zusatzfunktion M, 2-9
EX, 10-2

F

F, 7-2
F2, 7-44
F7, 7-44
FA, 2-7, 7-9, 7-21
FAD, 8-45
Fahren auf Festanschlag an-/abwählen, 4-71
Fahren mit Vorsteuerung, 5-24
Fahrverhalten, abhängig von DISC-Werten, 8-43
FALSE, 2-16
Fase, 4-74
FB, 7-46
FD, 7-24
FDA, 7-24
Fensterbreite für Festanschlag-Überwachung, 4-71
Festanschlag, 4-70
Fahren auf Festanschlag, 4-71
Klemmoment, 4-72
Überwachungsfenster, 4-72
Feste Adressen mit Achserweiterung
Interpolationsparameter IP, 2-10
Festpunkt anfahren, 4-69
FFWOF, 5-24
FFWON, 5-24
FGREF, 7-2
FGROUP, 7-2
FINEA, 7-14
FL, 7-2
flache D-Nummern-Struktur, 8-14
Flache D-Nummern-Struktur, 8-14
Flaschenhalserkennung, 8-62
FMA, 7-44, 12-7
FP, 4-69
FPR, 7-21
FPRAOF, 7-21
FPRAON, 7-21
Frame abwählen, 6-38
Frame-Anweisungen
Additive Anweisungen, 6-5
Einstellbare und programmierbare Anweisungen, 6-3
Ersetzende Anweisungen, 6-4
Programmierbare Drehung, 6-13
Programmierbare Nullpunktverschiebung, 6-7, 6-12
Programmierbare Spiegelung, 6-29
Programmierbarer Maßstabsfaktor, 6-27
Framedrehung in Arbeitsrichtung
G18, 6-35, 6-36
G18 oder G19, 6-36
Framedrehung in Werkzeugrichtung, 6-35
Frame-Erzeugung nach Werkzeugausrichtung, TOFRAME, TOROT, PAROT, 6-34
Frame-Konzept, 1-19, 6-1
FRC, 4-75, 12-7
FRCM, 4-75, 12-7
Funktionsausgaben
bei Fahrbewegungen, 9-4
im Bahnsteuerbetrieb, 9-5
FXS, 4-70
FXST, 4-70
FXSW, 4-70

G

G0, 4-7, 4-10, 5-9, 5-16
G1, 4-11, 4-12, 4-14
G110, 4-4
G111, 4-4
G112, 4-4
G140, 8-45
G141, 8-45
G142, 8-45
G143, 8-45
G147, 8-45
G148, 8-45
G153, 3-23, 6-38

G17, 3-27, 8-3, 8-29, 8-64
G18, 3-27, 8-3, 8-29
G19, 3-27, 8-3, 8-29, 8-64
G2, 3-16, 3-18, 4-17, 4-20, 4-24, 4-26, 4-29, 4-38
G247, 8-45
G248, 8-45
G25, 3-31, 7-43
G26, 7-43
G3, 3-16, 3-18, 4-17, 4-20, 4-24, 4-26, 4-29, 4-38
G33, 4-49
G33 I, J, K, 4-49
G331, 4-58, 4-59
G331 I, J, K, 4-59
G332, 4-58, 4-59
G332 I, J, K, 4-59
G34, 4-57
G34, G35, 3-14
G340, 8-45
G341, 8-45
G347, 8-45
G348, 8-45
G35, 4-57
G4, 5-26
G40, 8-24, 8-36
G41, 3-27, 8-16, 8-22, 8-24, 8-35
G42, 3-27, 8-16, 8-22, 8-24, 8-35
G450, 8-33, 8-40
G451, 8-33, 8-40
G460, 8-56
G461, 8-56
G462, 8-56
G500, 3-23, 6-38
G505 ... G599, 3-23
G505 bis G599, 3-26
G53, 3-23, 6-38
G54, 3-23
G55, 3-23
G56, 3-23
G57, 3-23
G58, 6-11
G59, 6-11
G60, 5-4
G601, 5-4, 5-14
G602, 5-4
G603, 5-4
G63, 4-62
G64, 4-48, 5-5, 5-9, 11-3
G64,G641, 9-5
G641, 5-9
G641 ADIS, 5-8
G641 ADISPOS, 5-8
G642, 5-9
G642 ADIS, 5-8
G642 ADISPOS, 5-8
G643, 5-9
G643 ADIS, 5-8
G643 ADISPOS, 5-8
G644, 5-9
G70, 3-13, 3-14
G700, 3-13
G71, 3-13, 3-14
G710, 3-13
G74, 3-34
G75, 4-69
G9, 5-4
G90, 3-3, 3-5, 3-8, 4-21
G91, 3-7, 3-10, 3-12, 4-21
G93, 7-2
G94, 7-2
G95, 7-2
G96, 7-37
G961, 7-37
G962, 7-37
G97, 7-37
G971, 7-37
Genauhalt
  Bahnsteuerbetrieb, 5-11
  Befehlsausgabe, 5-6
  Interpolationsende, 5-6
  Positionierfenster, 5-5
Geometrie-/Drehzahlüberwachung, 8-69
Geometrieachsen, 1-25
  umschaltbare, 1-25
Gerade mit Winkel, 4-44
Geradeninterpolation, 4-14
Geradeninterpolation G1
  Vorschubgeschwindigkeit F, 4-14
Geschwindigkeitsführungen, 5-3
Gewindebohren
  mit Ausgleichsfutter, 4-62
  ohne Ausgleichsfutter, 4-58
  ohne Ausgleichsfutter Rechts-/Linksgewinde, 4-59
Gewindebohren G63
  Faustformel Vorschubgeschwindigkeit F, 4-63
  Spindeldrehzahl S, 4-63
Gewindeketten, 4-48
Gewindeschneiden, 4-48, 4-51, 4-64
  Gewindeketten, 4-48
  Kegelgewinde, 4-53
  mit konstanter Steigung, 4-48, 4-51
  mit linear progressiver/degressiver Geschwindigkeitsänderung, 4-57
  Rechts-/Linksgewinde, 4-49
  Startpunktversatz, 4-54
  Zylindergewinde, 4-52
Gewindeschneiden G33
  Vorschubgeschwindigkeit F, 4-51

G-Funktionenliste, 12-32
GOTO, 10-3, 10-6
GOTOB, 10-3, 10-6
GOTOC, 10-3, 10-6
GOTOF, 10-3, 10-6
GWPSOF, 7-41
GWPSON, 7-41

H

Halt am Zyklusende, 9-7
Handradfahren
    mit Geschwindigkeitsüberlagerung, 7-27
    mit Wegvorgabe, 7-26
Handradüberlagerung, 7-24
Hauptachsen, 1-25
Hauptsatz, 2-6, 2-8
Hauptspindel, 1-26
Helixinterpolation, 4-37
H-Funktionen, 9-7
    Schnelle Funktionsausgaben, QU, 9-4
Hilfsfunktion H, 2-5, 2-7
Hilfsfunktionsausgaben
    Funktionen an die PLC übertragen, 9-1
    Übersicht Hilfsfunktionen, 9-2

I

I, 3-14, 4-57
I1, 3-14
IC, 3-7, 3-8, 3-12, 4-7, 7-15
IF, 10-6
Innenkontur, 8-62
Interner Vorlaufstopp, 5-28, 7-10
Interpolationsparameter I, J, K, 2-7, 2-9
Interpolationsparameter IP, 2-10
INVCCW, 4-41
INVCW, 4-41
IPOBRKA, 7-14
IPOENDA, 7-14

J

J, 3-14, 4-57
J1, 3-14
JERKA, 5-17
JERKLIMA, 5-20

K

K, 3-14, 4-57
K1, 3-14
Kanalachsen, 1-27
Kegelgewinde, 4-53
Kennung
    für Zeichenkette, 2-3
Kennung für spezielle Zahlenwerte, 2-3
Kennung für systemeigene Variablen, 2-3
Kettenmaß, 1-7
Kettenmaßangabe, 3-10
Kettenmaßeingabe, 3-6
Klemmoment einstellen, 4-71
Klemmoment FXST, 4-72
Kollisionen, 8-36
Kollisionsüberwachung, 8-59
    aus benachbarten Satzteilen ermitteln, 8-61
Kommandoachsen, 1-29
Kommentare, 2-19
Konstante
    Scheibenumfangsgeschwindigkeit, 7-41
    Schnittgeschwindigkeit, 7-36
Konstante Schnittgeschwindigkeit
    Achstausch zugeordneter Kanalachse, 7-40
    beibehalten, 7-39
    einschalten, 7-39
    obere Drehzahlbegrenzung, 7-39
Konstanten, 2-16
    Binär-Konstanten, 2-17
    Hexadezimal-Konstanten, 2-17
    Integer-Konstanten, 2-16
KONT, 8-33, 8-40
KONTC, 8-33, 8-34
KONTT, 8-33, 8-34
Kontur
    anfahren, verlassen, 8-33
    -punkt, 8-33
    -schruppen, 2-20
    -verletzung, 8-63
Konturecke anfasen, 4-75
Konturecke verrunden, 4-75
Konturgenauigkeit, programmierbare, 5-25
Koordinatensysteme, 1-1
    Absolutmaß, 1-5
    Basiskoordinatensystem, 1-16
    Ebenenbezeichnungen, 1-8
    Kettenmaß, 1-7
    Maschinenkoordinatensystem, 1-13
    Polarkoordinaten, 1-5
    Übersicht, 1-11
    Werkstückkoordinatensystem, 1-18
Koordinatensysteme der aktiven Bearbeitung, 8-78
Koordinatensysteme und Werkstückbearbeitung, 1-33
Korrekturbetrieb ausschalten
    G40, 8-36
    G40, KONT, 8-38

Korrekturebene, 8-66
Korrekturspeicher, 8-68
Kreis
-radius CR, 2-7
Kreisinterpolation
Mittelpunktskoordinaten I, 3-3
Kreisinterpolation
Mittelpunktskoordinaten J, 3-3
Kreisinterpolation
Angabe der Arbeitsebene, 4-23
Kreisinterpolation
Schraubenlinieninterpolation, 4-37
Kreisprogrammierung
mit Mittel- und Endpunkt, 4-16, 4-20
mit Öffnungswinkel und Mittelpunkt, 4-16, 4-26
mit Polarkoordinaten, 4-29
mit Polarwinkel und Polarradius, 4-16
mit Radius und Endpunkt, 4-16, 4-24
mit tangentialem Übergang, 4-16
mit Zwischen- und Endpunkt, 4-16, 4-30
Kreisradius CR, 2-8

L

L..., 11-2
Label, 10-4, 10-6
Lagegeregelte Spindeln positionieren
Spindel aus dem Stillstand positionieren, 7-20
Spindel aus der Drehung positionieren, 7-13
Lagegeregelter Spindelbetrieb, 7-11
Leerweg, 8-44
LF, 2-4
LFOF, 4-64
LFON, 4-64
LFPOS, 4-67, 4-68
LFTXT, 4-66, 4-67, 4-68
LFWP, 4-66, 4-67, 4-68
LIFTFAST, 4-64, 4-65
LIMS, 7-37
LINE FEED, 2-4
Linear
degressive Gewindesteigungsänderung, 4-57
progressive Gewindesteigungsänderung, 4-57
Lineare Interpolation, 4-12
Liste
der Anweisungen, 12-1
der vordefinierten Unterprogramme, 12-47
der Wegbedingungen (G-Funktionen), 12-32
Look Ahead, 5-16

M

M..., 9-5
M0, 9-6
M1, 7-33, 9-6
M17, 9-6, 11-1, 11-6
M19, 7-14
M2, 9-6, 11-2
M3, 4-49, 7-13, 7-33, 9-6
M30, 9-6, 11-1, 11-6
M4, 4-49, 7-13, 7-33, 9-6
M40, 9-6
M41, 7-13, 9-6
M42, 9-6
M43, 9-6
M44, 9-6
M45, 7-13, 9-6
M5, 7-13, 7-33, 9-6
M6, 8-14, 9-6
M7, 9-4
M70, 7-14, 9-6
Maschinenachsen, 1-27
Maschinenkoordinatensystem, 1-13
Maßangabe bei G90/AC im Durchmesser bzw. bei G91/IC im Radius der angegebenen Achse, 3-17
Maßangabe unabhängig von G90/G91 bzw. AC/IC für die angegebene Achse, 3-17
Maßangaben, 3-13
Absolutmaßeingabe, 3-5
Interpolalionsparameter I, J, K, 3-14
Kettenmaßeingabe, 3-7
Kreisprogrammierung CR, 3-14
Metrisch/inch, G70/G71, 3-13
Metrisch/inch, G700/G710, 3-13
Rundachsen und Spindeln, 3-10
Weginformationen X, Y, Z, 3-14
Zwischepunktkoordinaten I1, J1, K1, 3-14
Maßangaben achsspezifisch
Durchmesser- oder Radiusprogrammierung, 3-17
Maßangaben im Kanal
Durchmesser- oder Radiusprogrammierung, 3-15
Masterspindel, 1-26
M-Befehlsfolge, 9-5
MEAS, 3-16, 3-18
MEAW, 3-16, 3-18
Mehrere Vorschubwerte in einem Satz, 7-44
Meldungen, 2-20
M-Funktionen, 9-5
Programmende, M2, M17, M30, 9-7
Programmierter Halt, MO, 9-7
Wahlweiser Halt, 9-7
MIRROR, 6-2, 6-4, 6-30

Modaler Vorschub, 4-75
Modales Verrunden, 4-75
MSG, 2-20

N

NC-Programm, 2-1
Nebensatz N, 2-7
Nicht-Lineare Interpolation, 4-12
NORM, 8-33, 8-35, 8-39
Nullframe, 3-23
Nullpunkte, 1-10
Nullpunktverschiebung
  G54 bis G599, 3-21
  Nullpunktverschiebung ausschalten, 3-26
  Nullpunktverschiebung einschalten, 3-25
  Verschiebewerte einstellen, 3-25

O

OFFN, 8-24
Öffnungswinkel AC, 2-8
Operatoren, 2-12
Orientierbare Werkzeugträger
  Werkzeugorientierung bei Framewechsel, TCOABS, 8-68
  Werkzeugrichtung aus aktiven Frame, 8-67
ORIPATH, 12-14
ORIPATHS, 12-15
OVR, 2-7, 7-23
OVRA, 7-23

P

PAROT, 6-35
PAROTOF, 6-35
Planachse
  Istwerte immer im Durchmesser anzeigen, 3-15, 3-17
  kanalspezifische Maßangabe im Durchmesser bei G90 bzw. im Radius bei G91, 3-15
  kanalspezifische Maßangabe im Durchmesser unabhängig von G90/G91, 3-15
  Koordinatensystem, 3-20
  Nullpunkte, 3-20
Plangewinde, 4-53
PLC-Achsen, 1-29, 1-31
PM, 8-45
Polar
  -radius RP, 2-8
  -winkel AP, 2-8
Polarkoordinaten, 1-5, 4-6
  Arbeitsebene, 4-8
  Festlegung des Pols, 4-4, 4-5
  Polarradius RP, 4-9
  Polarwinkel AP, 4-9
  Zylinderkoordinaten, 4-8
Polarradius RP = 0, 4-9
Polar-Transformation, 6-39
POLF, 4-67
POLFMASK, 4-67
POLFMLIN, 4-67
POS, 2-7, 7-9, 7-22
POSA, 2-7, 7-9
Positionenlesen, 8-55
Positionierachse POS, 2-7
Positionierachsen, 1-28
  verfahren, 7-9
POSP, 7-9
PR, 8-45
Programm
  Alarme setzen, 2-20
  -bezeichner, 2-1
  Meldungen programmieren, 2-20
Programmabschnitt, 2-17
Programmdurchläufe, Anzahl P, 2-7
Programmende, M2, M17, M30, 2-1, 9-7
Programmierbare Drehung
  Drehrichtung, 6-21
  Ebenenwechsel, 6-18
  im Raum, 6-19
  ROT, AROT, 6-13
Programmierbare Framedrehungen mit Raumwinkeln, 6-24
Programmierbare Konturgenauigkeit, 5-25
Programmierbare Nullpunktverschiebung
  G58, G59, 6-11
  TRANS, ATRANS, 6-6
Programmierbare Spiegelung, MIRROR, AMIRROR, 6-29
Programmierbarer Maßstabsfaktor, SCALE, ASCALE, 6-26
Programmiersprache
  Adressen, 2-7
  Bezeichner, 2-14
  Datentypen, 2-16
  Sätze, 2-4
  Variablenbezeichner, 2-9
  Wörter, 2-4
  Zeichenvorrat, 2-3
Programmierte Drehung in der Ebene, 6-17
Programmierter Halt, M0, 9-7
programmierter Vorschub, 4-75
Programmsprünge, bedingte, 10-5
Programmsprünge, unbedingte, 10-3
Programmteilwiederholung, 11-8

Programmwiederholung, 11-7
PUTFTOC, 7-42
PUTFTOCF, 7-42

Q

QU, 9-4

R

RAC, 3-18
Radiusprogrammierung
  aktionsweise nicht modal, 3-17
Rechenparameter
  n, 10-1
  R..., 10-1
  Wertzuweisungen möglicher Bereich, 10-2
  Wertzuweisungen zu G, 10-3
  Wertzuweisungen zu L, 10-3
  Wertzuweisungen zu N, 10-3
Rechenparameter R, 2-7, 10-1
Referenzpunktfahren, 3-34
REPEAT, 11-10
REPEATB, 11-10
RET, 11-1, 11-3
Revolvermagazin, 8-18
RIC, 3-18
Richtungswechsel, 8-40
RND, 4-75
RNDM, 4-75
Rohteilform, 8-33
ROT, 3-28, 6-2, 6-4, 6-14
ROTS, 6-25
RP, 3-14, 4-4, 4-7, 4-17, 4-29, 4-38
RPL, 6-14
RTLIOF, 4-10
RTLION, 4-10
Rückbegrenzung, 5-18, 5-19
Rückzugrichtung, 4-66
Rückzugsgeschwindigkeit, 4-68
Rückzugsweg, 4-65
Rundachse A, B, C, 2-7, 3-10, 7-2
Rundung, 4-74, 4-75

S

S, 7-33, 7-37, 7-41
S1, 7-33, 7-41, 7-43
S2, 7-33, 7-43
Satz ausblenden
  Zehn Ausblendebenen, 2-18
Satzaufbau
  Adresse D, 2-5
  Adresse F, 2-5
  Adresse G, 2-5
  Adresse H, 2-5
  Adresse M, 2-5
  Adresse N, 2-5
  Adresse S, 2-5
  Adresse T, 2-5
  Adresse X, 2-5
  Adresse Y, 2-5
  Adresse Z, 2-5
Sätze, 2-4
  Hauptsatz/Nebensatz, 2-6
  Kommentare, 2-19
  Reihenfolge der Wörter in einem Satz, 2-5
  Satz/Sätze ausblenden, 2-18
  Satzaufbau, 2-4
  Satzlänge, 2-5
  Satznummer, 2-6
Satzende LF, 2-4
Satznummer, 2-5, 2-6, 10-4, 10-6
Satzwechselzeitpunkt einstellbar bei G0, 4-13
Satzweiser Vorschub, 4-75
SCALE, 6-2, 6-4, 6-26
SCC[Achse], 7-37
Scheibenumfangsgeschwindigkeit, 7-41
Scheibenumfangsgeschwindigkeit, konstante, 7-41
Schleifspezifische Werkzeugüberwachung, 8-69
Schneidenbezugspunkt, 8-81
Schneidenlage
  relevante, 8-81
Schneidennummer D, 2-7
Schnelle Funktionsausgaben, QU, 9-4
Schraubenlinieninterpolation
  Bewegungsfolge, 4-43
  Programmierung des Endpunktes, 4-39
SETAL, 2-20
SETMS, 7-33
SF, 4-50, 4-57
SIEMENS-Zyklen, 2-21
SOFT, 5-17
SOFTA, 5-17
Sonderzeichen, 2-3
  :, 2-3
  =, 2-3
  LF, 2-4
SPCOF, 7-12
SPCON, 7-12
SPI, 7-21
Spindel, 7-32
  -drehzahl S, 2-7, 2-8, 2-9
  -drehzahl, -drehrichtung und Halt, 7-12
  Masterspindel definieren, SETMS(n), 7-35
  Masterspindel mit Arbeitsspindel, 7-34

-position SPOS, SPOSA, 2-9
Spindeldrehrichtungen, 7-32
Spindeldrehzahl S, 7-33
Spindeldrehzahl vor/nach Achsbewegungen, 7-35
Spindeldrehzahl S, 2-8
Spindeldrehzahlbegrenzung, 7-43, 7-44, 7-46
Spindeln
Arbeiten mit mehreren Spindeln, 7-35
Lagegeregelter Spindelbetrieb, 7-11
positionieren für lagegeregelten Achsbetrieb, 7-13
Spindelposition SPOS, 2-7
Spindelposition über Satzgrenze SPOSA, 2-7
SPINU, 2-9
SPOS, 2-7, 3-12, 4-59, 7-14, 7-22
SPOS, SPOSA, 2-9
SPOSA, 2-7, 4-59, 7-14, 7-15
Sprunganweisung, 10-3, 10-6
Sprungzielangabe, 10-4, 10-6
Sprungziele, 2-19
SR, 7-44
SRA, 7-44
ST, 7-44
STA, 7-44
Startpunktversatz SF, 4-54
Stringvariable, 10-4, 10-6
SUG, 7-41, 7-42, 8-8
SUPA, 3-23, 6-38
Synchronachsen, 1-29

T

T0, 8-12, 8-14
TCARR, 8-67
TCOABS, 8-67
TCOFR, 8-67
TCOFRX, 8-67
TCOFRY, 8-67
TCOFRZ, 8-67
Technologie G-Gruppe, 5-21
TMOF, 8-69
TMON, 8-69
TOFRAME, 6-35
TOFRAMEX, 6-35
TOFRAMEY, 6-35
TOFRAMEZ, 6-35
TOROT, 6-35
TOROTOF, 6-35
TOROTX, 6-35
TOROTY, 6-35
TOROTZ, 6-35
TOWBCS, 8-78
TOWKCS, 8-78
TOWMCS, 8-78
TOWSTD, 8-78
TOWTCS, 8-78
TOWWCS, 8-78
TRAANG, 6-42
TRACYL, 6-41, 6-42
d, 6-41
TRAFOOF, 3-34, 6-42
TRANS, 3-14, 6-2, 6-4, 6-7, 6-12
Transformation
TRAANG, 6-42
TRACYL, 6-41, 6-42
TRANSMIT, 6-39
TRANSMIT, TRACYL, TRAANG oder TRAORI ausschalten, 6-42
TRANSMIT, 6-40, 6-42
TRAORI, 6-42
TRUE, 2-16
TURN, 4-38

U

Überblick
programmierbares Bahnfahrverhalten an den Satzgrenzen, 5-2
Übergang aktueller/nächster Satz, 8-37
Übergangs
-ellipse/-Parabel/-Hyperbel, 8-42
-kreis, 8-42, 8-62
-radius, 8-40
Überschleifen
an der Kontur, 5-9
Erweiterungen, 5-12
mit G641, 5-12
mit G642, 5-13
mit G643, 5-13
mit Konturtoleranz bei G642 und G643, 5-13
mit maximal möglicher Dynamik bei G644, 5-14
Übersicht
Frame-Komponenten, 6-2
Koordinatensysteme, 1-11
Maßangaben, 3-2
Sprachelemente, 2-2
Vorschubarten, 7-1
Weginformationen geometrischer Angaben, 4-1
Werkzeugtypen, 8-6
Überwachungsfenster FXSW, 4-72
Unterprogramm
-aufruf L, 2-7, 11-5
Unterprogramme, 11-1
Programmwiederholung, 11-7
Unterprogrammliste, 12-47

V

Variablenbezeichner, 2-9
VELOLIMA, 5-20
Verrunden
modales, 4-75
Verschleißwert, 8-72
Verweilzeit, 5-26
Verweilzeit G4
Spindeldrehzahl S, 5-27
Vorschub F, 5-27
Vorlaufstopp, 7-10
Vorschub, 7-1
-axialer Vorschub FA, 2-7
Beispiel Optimierung, 7-31
FPRAON, FPRAOFF, 7-20, 7-22
für Bahnachsen, F, 7-5
für Positionierachsen, 7-20
für Synchronachsen, F, 7-5
G95 FPR(…), 7-22
Maßeinheit für Rund- und Linearachsen, 7-7
Maßeinheit für Sychronachsen mit Grenzgeschwindigkeit FL, 7-7
Maßeinheiten metrisch/inch, 7-6, 7-22
mit Handradüberlagerung, FD, FDA, 7-24
modaler, 4-75
Optimierung bei gekrümmten Bahnstücken, CFTCP, CFC, CFIN, 7-30
Override, 7-25
programmierter, 4-75
Rundachsen mit Bahngeschwindigkeit F verfahren, 7-7
Vorschub F, 2-5, 2-7
Vorschub satzweiser, 4-75
Vorschubkorrektur, prozentuale, OVR,OVRA, 7-23
Vorschubwerte in einem Satz, 7-44
Vorsteuerung, 5-24

W

WAITMC, 7-9
WAITP, 7-9
WAITS, 7-14, 7-19
WALIMOF, 3-31
WALIMON, 3-31
Weg
-bedingung G, 2-5
-information X, Y, Z, 2-5
Wegbedingung G, 2-7
Wegbefehle, 4-1
Anzahl an Achswerten, 4-2
Startpunkt - Zielpunkt, 4-2
Wegbefehle programmieren, 4-1
weiches An-, und Abfahren, 8-44
Werkstückkoordinatensystem, 1-18
am Werkstück ausrichten, 6-35
Werkzeug
-korrekturnummer D, 2-5
-nummer T, 2-8
Werkzeug T, 2-5, 2-8
Werkzeuge mit relevanter Schneidenlage, 8-81
Werkzeugkorrektur
CUT2D, CUT2DF, 8-63
CUT2D, CUT2DF mit Konturwerkzeugen, 8-63
Koordinatensystem für Verschleißwerte, 8-77
Schneidenanzahl von Konturwerkzeugen, 8-64
sofort wirksam setzen, 8-23
Werkzeugkorrekturen
Kontur anfahren und verlassen, 8-33
Korrektur an Außenecken, 8-40
Weiches An- und Abfahren(WAB), 8-44
Werkzeugradiuskorrektur, 8-5
Werkzeuglängen
-komponente, 8-67
-korrektur, 8-66
-korrektur aus Trägerorientierung, TCOABS, 8-67
Werkzeugradiuskorrektur, 8-23, 8-73
CUT2D, 8-64
CUT2DF, 8-65
Eckenverhalten, 8-42
Eckenverhalten Schnittpunkt, 8-43
Eckenverhalten Übergangskreis, 8-41
Eckenverhalten wählbare Übergänge, 8-42
Wechsel der Korrekturnummer D, 8-31
Wechsel der Korrekturrichtung, 8-31
Werkzeugträger, 8-67
anfordern, TCARR, 8-68
Werkzeugtypen, 8-6, 8-69
Bohrer, 8-8
Drehwerkzeuge, 8-9
Fräswerkzeuge, 8-6
Nutsäge, 8-11
Schleifwerkzeuge, 8-8
Sonderwerkzeuge, 8-11
Werkzeugüberwachung
an-/abwählen, 8-69
ausschalten, 8-69
Werkzeugwechselpunkt, 8-36
Wertebereich, 2-16
Wörter, 2-4

X

X, 3-14, 3-27, 3-28
X1, 3-34, 4-69
X2, 4-44

X3, 4-45
X4, 4-47

Y

Y, 3-14, 3-27, 3-28
Y1, 3-34, 4-69

Z

Z, 3-14, 3-27, 3-28
Z1, 4-45
Z2, 4-45
Z3, 4-45
Z4, 4-47
Zeichenvorrat, 2-3
Zusatzachsen, 1-26
Zusatzfunktion M, 2-5, 2-7
Zustellbewegung, 8-41
Zyklenalarme parametrieren, 2-21
Zylindergewinde, 4-52
Zylinderkoordinaten, 4-8
Zylindermantelkurventransformation, 6-41

An
Siemens AG

A&D MC MS
Postfach 3180

D-91050 Erlangen

Tel.: +49 (0) 180 / 5050 – 222 [Hotline]

Fax: +49 (0) 9131 / 98 – 63315 [Dokumentation]

mailto:motioncontrol.docu@siemens.com

Vorschläge

Korrekturen

für Druckschrift:

SINUMERIK
840D sl/840Di sl/840D/840Di/810D

Anwender-Dokumentation

Absender

Name:

Anschrift Ihrer Firma/Dienststelle

Straße: _____

PLZ: _____ Ort: _____

Telefon: _____ / _____

Telefax: _____ / _____

Bedienen/Programmieren

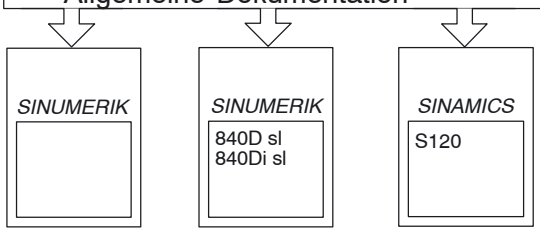
Bestell-Nr.: 6FC5398-1BP10-1AA0
Ausgabe 03/2006

Sollten Sie beim Lesen dieser Unterlage auf Druckfehler gestoßen sein, bitten wir Sie, uns diese mit diesem Vordruck mitzuteilen. Ebenso dankbar sind wir für Anregungen und Verbesserungen.

Vorschläge und/oder Korrekturen

Dokumentationsübersicht SINUMERIK 840D sl/840Di sl (03/2006)

Allgemeine Dokumentation

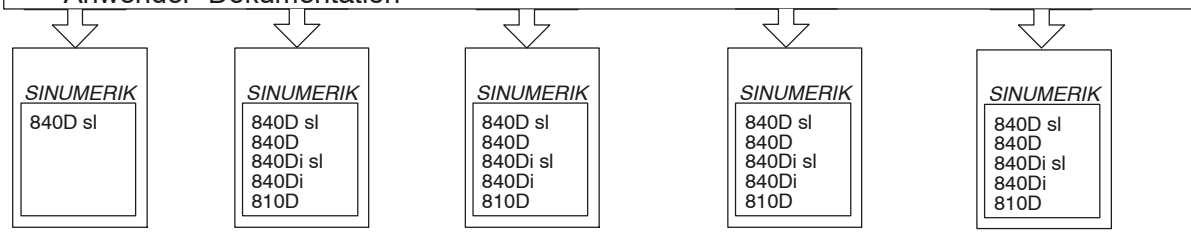


Werbeschrift

Katalog NC 61 ***)**

Katalog
D21.2 Servo Control ***)**

Anwender–Dokumentation



Bedienhandbuch
– **HMI Embedded *)**
– **ShopMill**
– **ShopTurn**

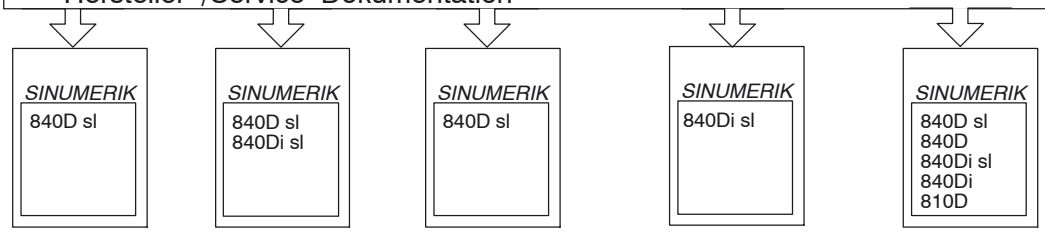
Bedienhandbuch
– **HMI Advanced *)**
– Bedienung Kompakt

Programmierhandbuch
– Grundlagen ***)**
– Arbeitsvorbereitung ***)**
– Programmierung Kompakt
– Listen Systemvariablen
– ISO Turning/Milling

Programmierhandbuch
– **Zyklen**
– **Messzyklen**

Diagnosehandbuch *)

Hersteller–/Service–Dokumentation



Gerätehandbuch
NCU *)

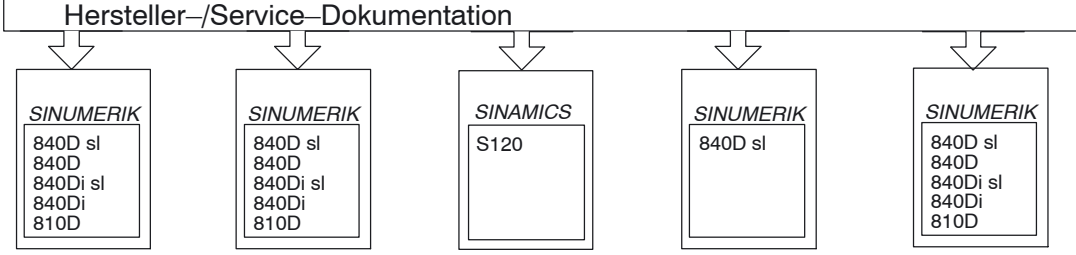
Gerätehandbuch
Bedien–komponenten *)

Inbetriebnahme–handbuch CNC ***)**
– Teil 1 NCK, PLC, Antrieb
– Teil 2 HMI
– Teil 3 ShopMill
– Teil 4 ShopTurn
– Teil 5 Basesoftware

Inbetriebnahme-handbuch

Listen–handbuch *)
– Teil 1
– Teil 2

Hersteller–/Service–Dokumentation



Funktionshandbuch
– Grundlagen ***)**
– Erweiterungsfkt.
– Sonderfunktionen

Funktionshandbuch
– **Synchronaktionen**
– **ISO–Dialekte**

Funktionshandbuch
Antriebsfunktionen

Funktionshandbuch
Safety Integrated

EMV–Richtlinien

Elektronische Dokumentation

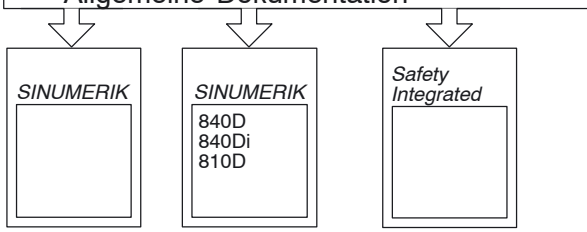


DOCONCD ***)**
DOCONWEB

***)** Empfohlener Minimalumfang der Dokumentation

Dokumentationsübersicht SINUMERIK 840D/840Di/810D (03/2006)

Allgemeine Dokumentation

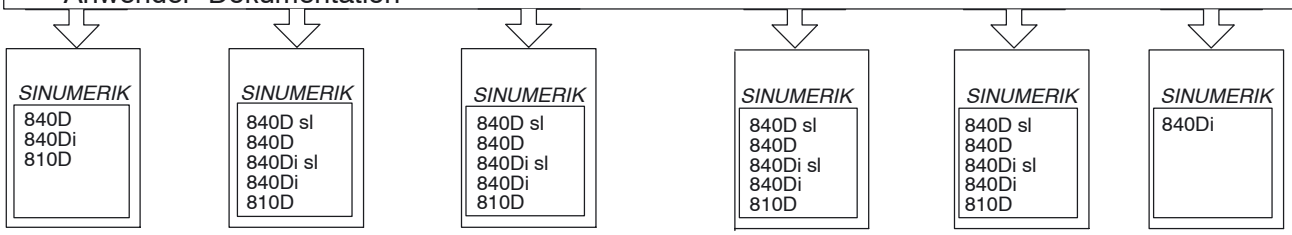


Werbeschrift

Katalog NC 60 ***)**

Safety Integrated
Applikationshandbuch

Anwender–Dokumentation



Bedienhandbuch
– **HMI Embedded *)**
– **ShopMill**
– **ShopTurn**
– HT6

Bedienhandbuch
– **HMI Advanced *)**
– Bedienung Kompakt

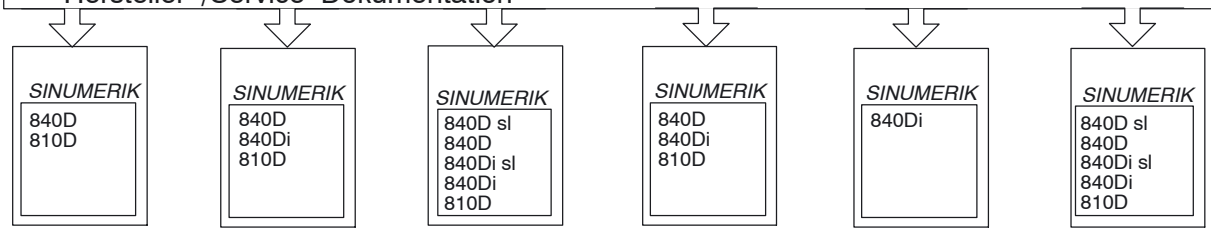
Programmierhandbuch
– Grundlagen ***)**
– Arbeitsvorbereitung ***)**
– Programmierung Kompakt
– Listen Systemvariablen
– ISO Turning/Milling

Programmierhandbuch
– **Zyklen**
– **Messzyklen**

Diagnose–handbuch *)

Systemüberblick

Hersteller–/Service–Dokumentation



Projektierung (HW) ***)**
– 840D
– 810D

Gerätehandbuch
Bedien–komponenten *)

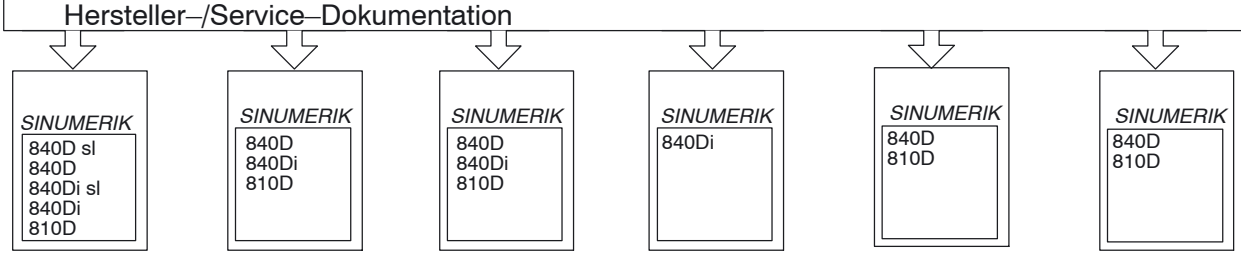
Inbetriebnahme–handbuch *)
– 840D
– 810D
– HMI

Funktionshanbuch
– **ShopMill**
– **ShopTurn**

Inbetriebnahme–handbuch

Listen–handbuch *)
– Teil 1
– Teil 2

Hersteller–/Service–Dokumentation



Funktionshandbuch
– Grundlagen ***)**
– Erweiterungsfkt.
– Sonderfunktionen
– **Synchronaktionen**
– **ISO–Dialekte**
– **EMV–Richtlinien**

Funktionshandbuch
– **Antriebsfkt.**
– **Werkzeugverw.**
– **Hydraulikmodul**
– **Analogmodul**

Funktionshandbuch
– **Ferndiagnose**
– **@Event**

Funktionshandbuch
Safety Integrated

Projektierung
– **Bedienoberfläche OP030**
– **HMI Embedded**

MCIS
– Rechnerkopplung
– Werkzeugbedarf
– NC–Datenverw.
– NC–Datenübertr.
– Tool Data Commun.

Elektronische Dokumentation



DOCONCD ***)**
DOCONWEB

***)** Empfohlener Minimalumfang der Dokumentation