



PA Software

Polar- / Zylindertransformation

PA 8000

Ausgabe

4.98

Software Revision

1.9

Copyright

PA

TECHNISCHE ÄNDERUNGEN UND FEHLER VORBEHALTEN

Inhalt

1 G101, G105 Polartransformation	1
1.1 Allgemein	1
1.2 Beispiele	3
1.3 Überwachung der Achsgrenzen.....	9
1.4 Unzulässige G-Codes	9
1.5 Umschalten zwischen Maschinenkoordinaten und Polartransformation	10
1.6 Endschalter der Achsgrenzen.....	10
1.7 Programmende und Wechsel der Betriebsart.....	11
1.8 Maschinenfehlerkompensation für Polartransformation.....	11
1.9 Geschwindigkeitsüberwachung bei Polartransformation	15
2 G102, G106 Zylindertransformation	16
2.1 Allgemein	16
2.2 Zylindertransformation mit kartesischen Koordinaten (G102).....	17
2.3 Zylindertransformation mit angegebenen Zylinderkoordinaten (G106)	19
2.4 Unzulässige G-Codes	21
2.5 Echtzeit-Radiuskorrektur G103, G107	21
2.6 Zylindertransformation mit Mittellinienabweichung einer Zusatzachse und Echtzeit-Radiuskorrektur (G104, G108).....	25
2.7 Umschalten Maschinenkoordinaten und Zylindertransformation	27
2.8 Programmende und Wechsel der Betriebsart.....	27
3 Maschinenparameter	28
3.1 Einschalten der Maschinenfehlerkompensation für Polartransformation	28
3.2 Maschinenparameter für Maschinenfehlerkompensation	29
3.2.1 PolCylMachZeroOffsetAppl	29
3.2.2 PolCylMachZeroOffsetX	30
3.2.3 PolCylMachZeroOffsetX	30
3.3 Maschinenparameter für Geschwindigkeitsüberwachung	30
3.3.1 PolCylSpeedLimitationAppl	30
3.3.2 PolCylRotationAxisMaxSpeed	31



3.3.3 PolCylRadialAxisMaxSpeed	31
3.4 Tabelle der Maschinenparameter.....	32

1 G101, G105 Polartransformation

1.1 Allgemein

Syntax:

G101	Polartransformation	EIN,	Programmierung	mit
	Achsbezeichnungen X, Y			
G105	Polartransformation	EIN,	Programmierung	mit anderen
	Achsbezeichnungen			
G100	Polartransformation	AUS		

Die Polartransformation wird mit dem Befehl G101 aktiviert. Sie ermöglicht die Programmierung von Verarbeitungsschritten, an denen eine Rundachse und eine Linearachse beteiligt sind. Die relative Orientierung von Rund- und Linearachsen (d.h. Werkzeug und Werkstück) ändert sich hier dauernd. Die Polartransformation ermöglicht die Programmierung von Verarbeitungsschritten in einem Koordinatensystem, das sich mit der Rundachse (d.h. Werkstückorientiert) dreht. Dies wird nachstehend am Beispiel einer quadratischen Kontur dargestellt, die zu erzielen ohne Polartransformation nur mit sehr großem Aufwand möglich wäre.

Wird weder G14 noch G15 aktiviert, dann erfolgt die Programmierung mit kartesischen Koordinaten. Ist G90 aktiv, erfolgt die Programmierung im Bezugsmaß. Ist G91 aktiv, erfolgt die Programmierung im Kettenmaß. Es kann entweder G70 (Programmierung im Zollsystem) oder G71 (Programmierung im metrischen System) aktiv sein.

Um mit G101 in Polarkoordinaten programmieren zu können, muss zusätzlich zu G101 der Befehl G14 "Polarkoordinatenprogrammierung im Absolutmaß" oder die Anweisung G15 "Polarkoordinatenprogrammierung im Kettenmaß" ausgewählt sein. Die Polartransformation wird mit dem Befehl G100 deaktiviert.

Ist Polartransformation (G101) mit Polarkoordinatenprogrammierung (G14 oder G15) aktiv, dann werden die im Zusammenhang mit der Achsbezeichnung X programmierten Werte als Winkel und die im Zusammenhang mit der Achsbezeichnung Y programmierten Werte als Radian interpretiert. Die Programmierung mit den Achsbezeichnungen X und Y setzt voraus, dass Ebene G17 aktiv ist.

Um NC-Programme überschaubarer zu organisieren können andere Achsbezeichnungen dem Winkel- oder Radiuswert zugewiesen werden (z.B. "C" anstelle von "X" oder "V" anstelle von "Y"). Sollen diese neu zugewiesenen Achsbezeichnungen bei der Programmierung verwendet werden, muss anstelle von G101 der Befehl G105 programmiert werden. Mit Ausnahme des Wechsels der Achsbezeichnungen gilt bei diesem Befehl genau das gleiche wie für G101.

Die Zuordnung der neuen Adressen hat nur dann eine Bedeutung, wenn die Programmierung mit Polarkoordinaten durchgeführt wird. Diese neuen Achsbezeichnungen werden auch bei der Zylindertransformation mit aktivem G106 benutzt.

Schlagen Sie bitte Einzelheiten in der Dokumentation des Werkzeugmaschinenherstellers nach, wenn dieser von der Möglichkeit Gebrauch gemacht hat, andere Achsbezeichnungen zuzuordnen,

In allen nachstehenden Beispielen werden die Achsbezeichnungen X und Y verwendet. Indem Sie den Befehl G101 durch G105 und die Achsbezeichnungen X und Y durch die in Ihrer Konfiguration zugeordneten Buchstaben ersetzen können Sie die Beispiele auf einfache Weise auf Ihre Bedürfnisse anpassen.

1.2 Beispiele

Aus einem auf einem Drehtisch aufgespannten Werkstück soll eine quadratische Kontur herausgearbeitet werden. Abb. 1 zeigt die Lage der Punkte, zu denen verfahren werden muss, in (werkstückorientierten) Polarkoordinaten und in kartesischen Koordinaten.

Beispiel für Polartransformation mit Polarkoordinatenprogrammierung (G14):

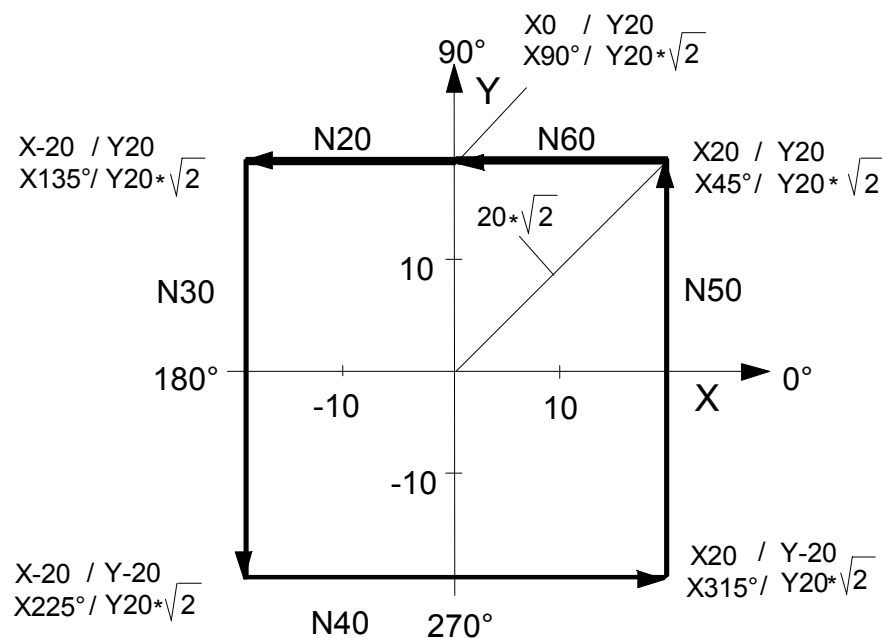


Abb. 1: Verfahrenweg für das Programmbeispiel für G101: Bearbeitung einer quadratischen Kontur

Programmbeispiel mit G14:

```

N5 G101
N10 G14 X90 Y20 F500
N20 X135 Y28.284 28.284           entspricht 20x√2
N30 X225
N40 X315
N50 X45
N60 X90 Y20 M30

```

Programmbeispiel ohne G14:

```

N5 G101
N10 X0 Y20 F500
N20 X-20
N30 Y-20
N40 X20
N50 Y20
N60 X0 M30
  
```

Unter der Annahme, dass die Rotationsachse am Anfang des Programms auf Stellung 0° steht, erzeugen die NC-Sätze N5 - N60 die nachstehende Bearbeitungsfolge:

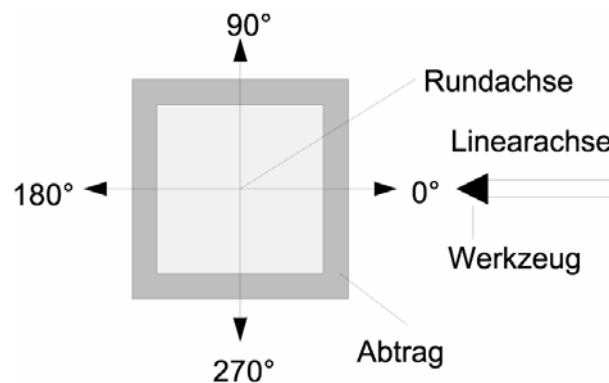
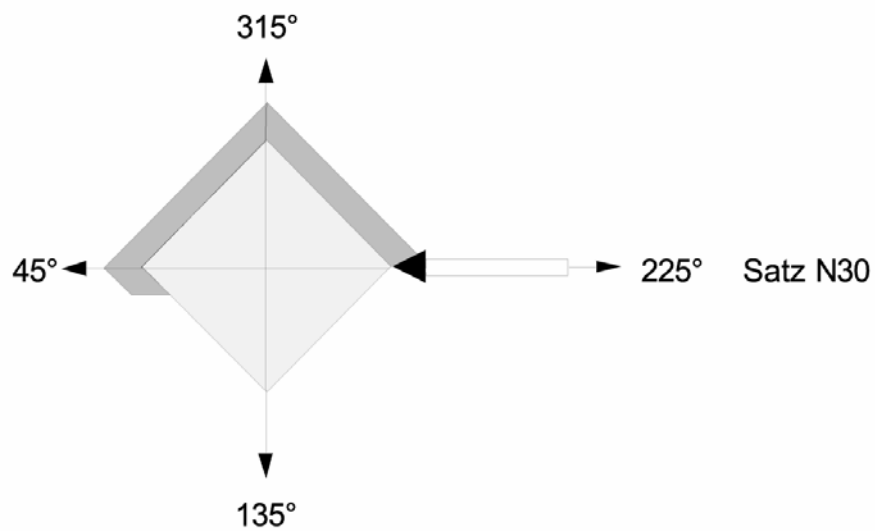
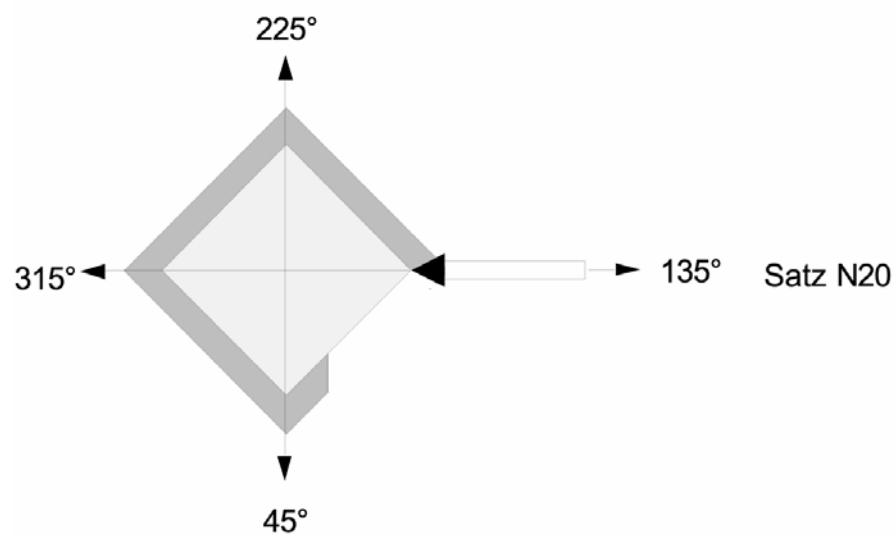
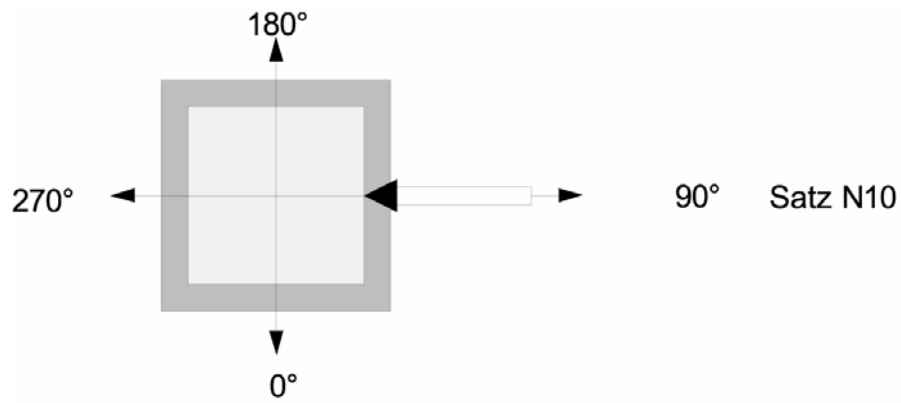


Abb. 2 Quadratische Kontur eines Werkstücks vor der Bearbeitung mit Echtzeit-Polartransformation

Die nachstehenden Abbildungen zeigen die verschiedenen Bearbeitungsschritte.



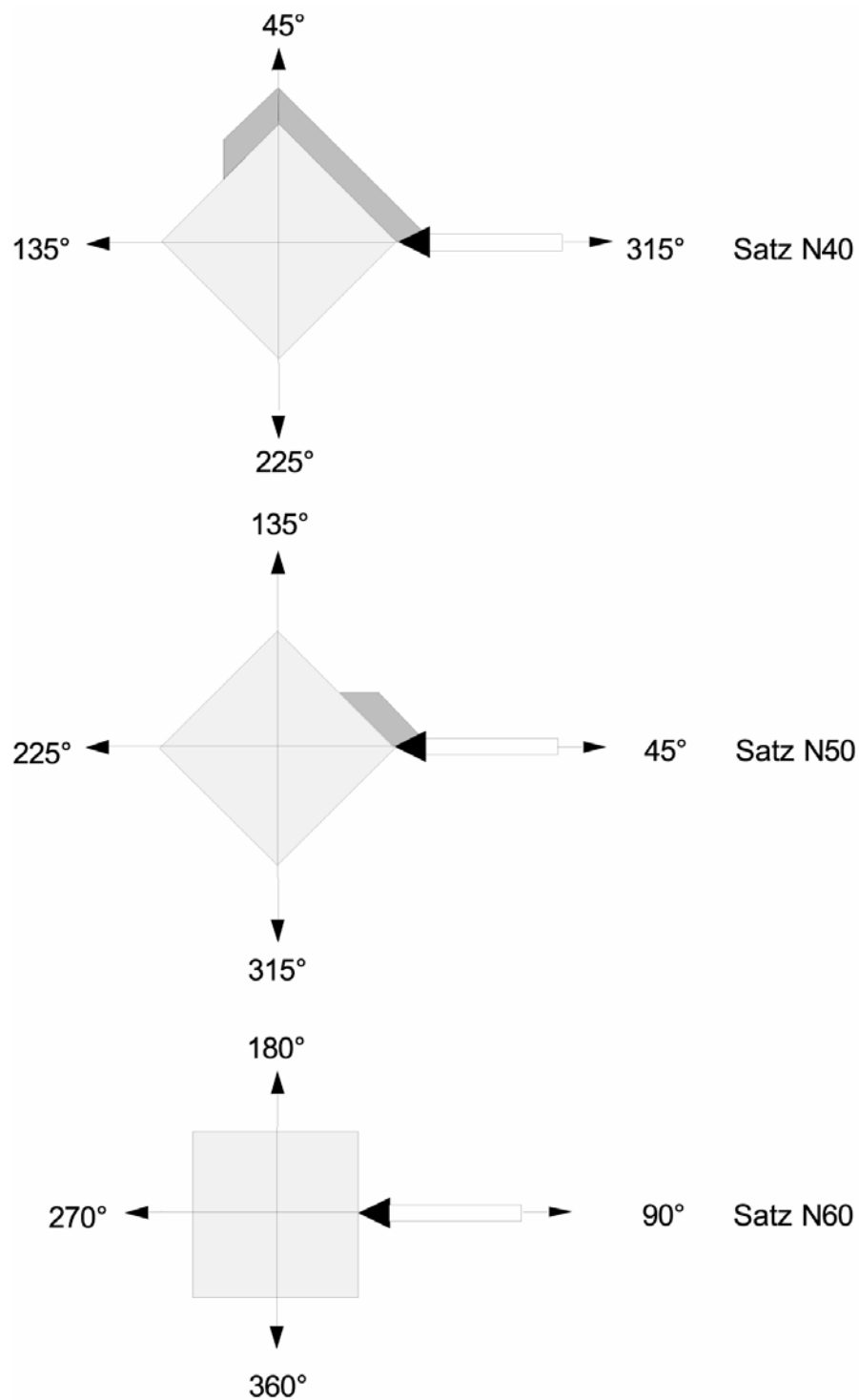


Abb. 3: Quadratische Kontur eines Werkstücks während der Bearbeitung mit Polartransformation

Erläuterung des Beispiels:

Die in Abb. 2 gezeigte Bearbeitung wird durchgeführt.

Über die Programmierung von G14 wird festgelegt, ob die Zielpunkte der einzelnen Verfahrbewegungen in Polarkoordinaten oder in kartesischen Koordinaten eingegeben werden (vgl. Abb. 1).

Hinweis:

- Werkstücknullpunkte einstellen

Ist G101 oder G105 aktiv, dann beziehen sich die mit den Befehlen G54 bis G59 programmierten Nullpunktverschiebungen nur auf die kartesische Interpolationsebene, nicht auf die Maschinenachsen. Ein neuer mit G92 programmierter Nullpunkt bezieht sich ebenfalls auf diese Ebene. Mit einer H-Korrektur kann der Nullpunkt der Radialachse verschoben werden. Die Verschiebung zwischen dem Nullpunkt der Linearachse und dem Mittelpunkt der Rotationsachse wird mit der H-Korrektur angegeben.

Beispiel:

N10 G101

N20 H1

.....

Durch den Programmabschnitt in diesem Beispiel wird der Wert des Korrekturspeichers H1 als Teilepositionsversatz für die Radialachse (Y-Achse) berücksichtigt.

In diesem Zusammenhang muss noch eine weitere Option erwähnt werden. Um die Verwendung der H-Korrekturen nicht zu stark einzuschränken kann im Korrekturspeicher eine Trennungslinie eingerichtet werden. Hierdurch kann ein Teil der Korrekturen für eine andere Achse verwendet werden. Die Trennungslinie kann zum Beispiel beim Korrekturwert H15 gesetzt werden.

Die Tabelle kann so aufgebaut werden, dass die Korrekturwerte normalerweise auf der Z-Achse wirksam werden. Werden nun die folgenden Sätze in einem NC-Programm programmiert,

N10 G101

:

Nxx H10

dann wird die Korrektur H10 auf der Z-Achse wirksam.

Wird dagegen die Befehlsfolge

N10 G101

:

Nxx H16

programmiert, dann wird die Korrektur durchgängig als ein Nullpunktversatz der Y-Achse wirksam, selbst wenn in der Tabelle der Kompensationswert der Z-Achse zugeordnet ist.

Wird H16 außerhalb der Transformation programmiert (d.h. wenn G100 aktiv ist), dann ist H16 auch auf der Z-Achse wirksam.

Schlagen Sie bitte in der Dokumentation des Maschinenherstellers nach um herauszufinden, ob eine solche Trennung des Korrekturspeichers festgelegt wurde.

Ein Nullpunktversatz für die Rotationsachse kann mit der Partrotation (G51, G52) programmiert werden.

1.3 Überwachung der Achsgrenzen

Während der Polartransformation ist zwar die "Look-Ahead"-Überwachung der Achsgrenzen nicht aktiv, die Achsgrenzen der Linearachse werden aber dennoch in Echtzeit überwacht.

Wird bei der Bearbeitung eines NC-Satzes ein Punkt erreicht, bei dem die Achsgrenzen überschritten werden könnten, dann wird die Interpolation angehalten und die Fehlermeldung 211 angezeigt.

1.4 Unzulässige G-Codes

Die Befehle G74 "programmierbares Referenzfahren", G38 "Spiegeln" und G0 "Eilgang" sind nicht möglich, wenn die Polartransformation aktiv ist. Die Fehlermeldung 108 oder 241 wird ausgegeben.

Die gleichen Fehlermeldungen werden ausgegeben bei einem Versuch, die Transformation zu aktivieren oder abzuschalten, solange eine G92 Verschiebung noch aktiv ist. Dies gilt auch für eine Verschiebung, die bei einer Spiegelung auftritt.

Ehe die Transformation aktiviert oder abgeschaltet wird, sollte daher immer G92 programmiert werden (für den Fall, dass zuvor eine Verschiebung des Programmnullpunkts aktiv war).

1.5 Umschalten zwischen Maschinenkoordinaten und Polartransformation

Beim Umschalten zwischen Maschinenkoordinaten (G100) und Polartransformation (G101) darf die Korrektur (G-, D- oder H-Korrektur) nicht aktiv sein.

Ein direkter Wechsel von Polartransformation zu Zylindertransformation ist nicht möglich. Vor dem Wechsel der Transformationsart muss immer G100 programmiert werden.

Die Radialachse muss immer auf einer Position > 0 stehen, wenn Polartransformation aktiviert ist.

Die Fehlermeldung 145 wird ausgegeben, wenn dies nicht der Fall ist. Sie wird auch ausgegeben, wenn versucht wird, eine Achsposition in einem Satz mit einem Wechsel über einen G-Code zu programmieren.

1.6 Endschalter der Achsgrenzen

Bei Polartransformation kann auch die Überwachung der Achsgrenzen von Radialachsen auf ein zweites Paar Achsgrenzwerte umgeschaltet werden. Schlagen Sie bitte in der Dokumentation Ihres Werkzeugmaschinenherstellers nach um herauszufinden, ob diese Option verwendet wurde. Der Hauptzweck dieser Funktion liegt darin, dass das gleiche Werkstück mit unterschiedlichen Werkzeugen bearbeitet werden kann, die auf Spindeln in unterschiedlichen Maßsystemen sitzen.

1.7 Programmende und Wechsel der Betriebsart

Am Ende des Programms wird die Betriebsart immer zum Betrieb in Maschinenkoordinaten zurückgeschaltet.

Gleichzeitig wird ein G92-Versatz berechnet, möglichst aktiv für die Rotationsachse. Beim Übergang von der Betriebsart "MANUELL" auf "AUTOMATIK" wird die Position der Rotationsachse immer auf einen Wert zwischen 0 und 360 reduziert.

1.8 Maschinenfehlerkompensation für Polartransformation

Mit dieser Funktion können Verschiebungen des Maschinenkoordinatensystems kompensiert werden. Hierdurch werden Konturfehler bei Maschinen vermieden, deren Koordinatennullpunkt vom Rotationszentrum der Rotationsachse abweicht. Die Koordinatenwerte des Maschinennullpunkts in Bezug auf das Rotationszentrum werden direkt durch G101/G105 angegeben.

z.B.: G101 X10 Y20

Bei der Programmierung müssen die Adressbuchstaben für die Rund- und Radialachsen verwendet werden (d.h. X und Y im vorstehenden Beispiel). Achsbuchstaben von der CNC werden mit G101/G105 nur dann akzeptiert, wenn die Funktion "Maschinenfehlerkompensation für Polartransformation" möglich ist.

Wird bei G101/G105 kein Wert für X oder Y angegeben, dann werden die dafür voreingestellten Standardwerte verwendet.

z.B.:G101 X10 oder nur G101

Im ersten Beispiel wird der Wert 10 für X und der Standardwert für Y verwendet. Im zweiten Beispiel werden für X und für Y die Standardwerte benutzt. Es kann angegeben werden, wie der programmierte Wert oder der Standardwert interpretiert werden soll.

Es gibt drei Möglichkeiten:

- Die Koordinatenwerte werden entweder als kartesische Koordinaten (wenn G90/G91 aktiv ist) oder als Polarkoordinaten (G14/G15 aktiv) interpretiert.
- Die Koordinatenwerte werden immer als Polarkoordinaten interpretiert
- Die Koordinatenwerte werden immer als kartesische Koordinaten interpretiert

Bei Polarkoordinaten muss der Winkel mit X und der Radius mit Y programmiert werden.

Der Nullpunkt des Maschinenkoordinatensystems kann voreingestellt oder programmiert werden. Dies bedeutet, dass ein geeigneter Teilepositionsversatz zwar für jede Maschine voreingestellt werden kann, er aber auch jederzeit vom Programm verändert werden kann, wenn sich der Maschinennullpunkt während des Betriebes verändert (z.B. durch Temperatureinfluss).

Es gibt zwei unterschiedliche Versionen der Maschinenfehlerkompensation. Die verwendete Version wird über eine Voreinstellung spezifiziert.

Bei Version 1 erfolgt eine einfache Verschiebung der kartesischen Koordinaten. Das Verhältnis zwischen dem Maschinenkoordinatensystem (X', Y') und dem Werkstückkoordinatensystem (X, Y) für diesen Fall zeigt das folgende Bild:

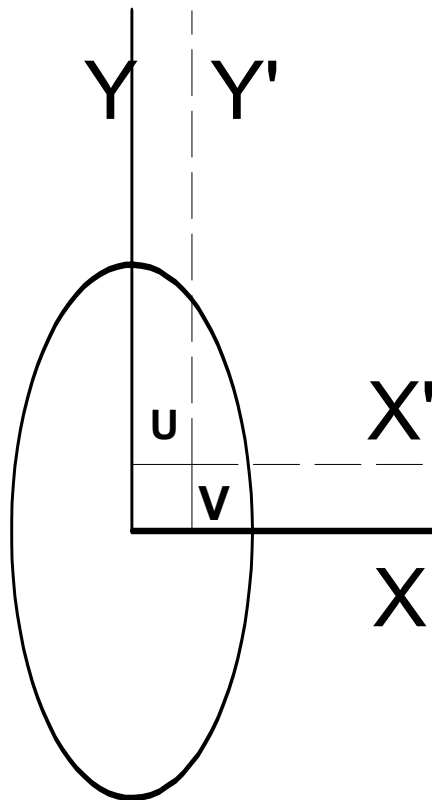


Abb. 4: Verschiebung der kartesischen Koordinaten

Die Verschiebung des Koordinatensystems ist mit U und V beschriftet. Dies sind auch die Werte, die voreingestellt oder mit G101 programmiert werden müssen. In Version 2 wird eine komplizierte Korrektur von Winkel und Radius der Maschinenkoordinaten durchgeführt. Die nachstehende Abbildung zeigt, wie die Korrekturwerte für Radius r und Winkel a aus den Maschineneinkoordinatensystem-Verschiebungen U und V berechnet werden.

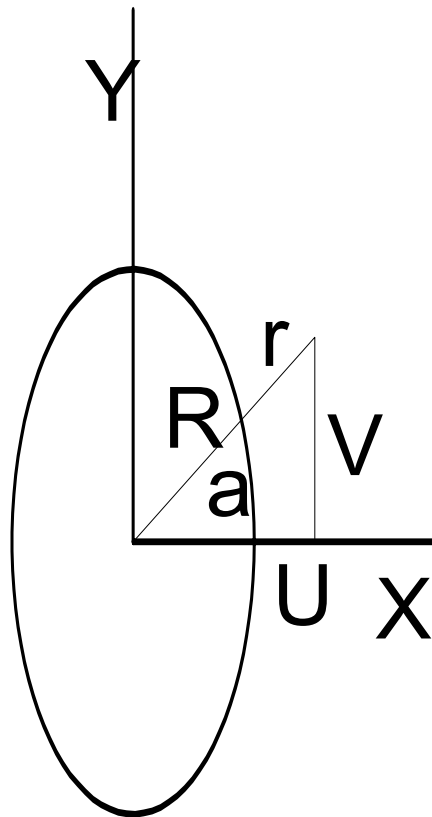


Abb. 5: Maschinenfehlerkompensation

Die Winkeländerung a wird festgelegt von der Verschiebung V in Richtung Y . Die Radiuskorrektur besteht aus zwei Komponenten. Die erste Komponente ist abhängig von der Winkeländerung, die zweite von der Verschiebung U in Richtung X .

Hinweis:

- Im Gegensatz zu den programmierten Werten müssen die Standardkoordinatenwerte in internen Maschinenkoordinaten angegeben werden.

1.9 Geschwindigkeitsüberwachung bei Polartransformation

Die Geschwindigkeit der Rund- und Radialachsen wird überwacht, so dass sich die Achsgeschwindigkeit nicht erhöhen kann. Es kann voreingestellt werden, ob die Überwachung für beide Achsen, nur für die Rotationsachse oder nur für die Radialachse durchgeführt werden soll. Auf diese Weise wird die Bahngeschwindigkeit der einzelnen NC-Sätze beschränkt, so dass die voreingestellten Achsgeschwindigkeiten nicht überschritten werden.

Fehlermeldungen für Geschwindigkeitsüberwachung

Meldung 490 Programmfehler; Geschwindigkeit der Rotationsachse ist nicht beschränkt.

Mögliche Ursache: Es soll zum Maschinennullpunkt verfahren werden. Dies ist bei Polartransformation nicht möglich, da an diesem Punkt die Geschwindigkeit der Rotationsachse nicht definiert ist.

Meldung 491 Programmfehler; Geschwindigkeit der Radialachse ist nicht beschränkt.

Mögliche Ursache: Es soll zum Nullpunkt des Koordinatensystems verfahren werden. Dies ist bei Polartransformation nicht möglich, da an diesem Punkt die Geschwindigkeit der Rotationsachse nicht definiert ist.

2 G102, G106 Zylindertransformation

2.1 Allgemein

Die Zylindertransformation wird mit den Befehlen G102 und G106 aktiviert. Nach dem Befehl G102 werden die angegebenen Koordinaten als kartesische Koordinaten interpretiert. Nach dem Befehl G106 werden sie als Polarkoordinaten oder Zylinderkoordinaten interpretiert.

Mit der Zylindertransformation kann auch zwischen Bezugsmaßeingabe (G90) und Kettenmaßeingabe (G91) umgeschaltet werden.

Falls andere Achsbezeichnungen als Ersatz für X und Y für die Polartransformation angegeben werden, dann müssen sie ebenfalls mit aktivem G106 benutzt werden. Ist jedoch G102 aktiv, werden die Achsbezeichnungen X und Y wie bei G101 benutzt. Falls keine anderen Achsbezeichnungen als Ersatz für X und Y angegeben werden, ist der Befehl G106 mit den Achsbezeichnungen X und Y verfügbar.

Beispiel:

In die gebogene Oberfläche eines Zylinders soll eine Nut gefräst werden. Während des Fräsvorgangs muss der Zylinder um seine Mittelachse rotieren. Gleichzeitig müssen Linearachsen verfahren werden. Um die gewünschte Nut zu erhalten müssen die Bewegungen der Rotationsachse und der Linearachsen exakt miteinander koordiniert werden, ein relativ komplizierter Vorgang. Die Zylindertransformation vereinfacht die Programmierung eines solchen Vorgangs.

Die gekrümmte Oberfläche des Zylinders wird abgewickelt, so dass sie eine Ebene bildet, die als Interpolationsebene für Kompensationen und Vorschubgeschwindigkeit während der Zylindertransformation dient.

Innerhalb dieser Ebene ist der vollständige Umfang geometrischer Optionen der PA 8000 verfügbar.

2.2 Zylindertransformation mit kartesischen Koordinaten (G102)

Syntax:

G102 R ...

Die Zylindertransformation mit Spezifikation der kartesischen Koordinaten wird mit dem Befehl G102 zusammen mit dem Zylinderradius in Form eines R-Wortes aktiviert.

Beispiel:

G102 R80.05

In diesem NC-Satz wird ein Referenzzylinder mit einem Radius von 80,05 für die folgenden Bearbeitungsschritte angegeben.

Ist G102 aktiv, werden die zusammen mit den Achsbezeichnungen X und Y programmierten Werte wie folgt interpretiert:

Der zusammen mit der Achsbezeichnung Y programmierte Wert gibt die Position in Richtung der Zylinderachse an. Der zusammen mit der Achsbezeichnung X programmierte Wert gibt die Position in Richtung der Zylinderkrümmung an.

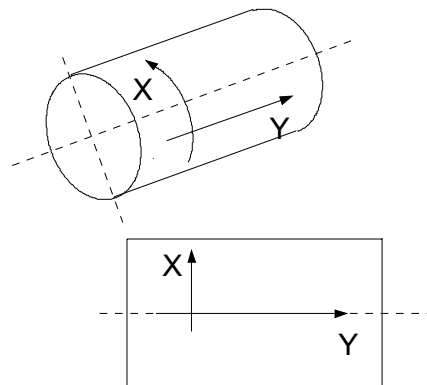


Abb. 6: Interpretation der X- und Y-Werte bei aktivem G102.

Programmbeispiel G102:

```

N10 G102 R80.5
N20 X20 Y20 F500
N30 X0
N40 Y-20
N50 X40
N60 Y20
N70 X0 M30

```

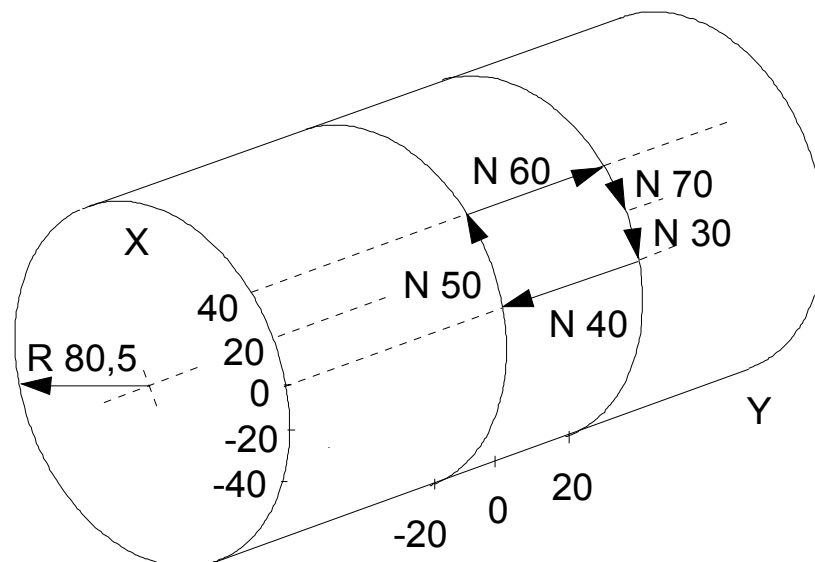


Abb. 7: Zylindertransformation

Das vorstehende Programm liefert die als Pfeile dargestellten Verfahrbewegungen.

Die X-Werte liefern die Rotationsbewegungen der Rotationsachse, die Y-Werte ergeben die linearen Verfahrbewegungen in positiver oder negativer Richtung der Y-Achse (d.h. in Axialrichtung der gekrümmten Zylinderoberfläche).

2.3 Zylindertransformation mit angegebenen Zylinderkoordinaten (G106)

Syntax:

G106 R...

Wie bei der Polartransformation bietet die Zylindertransformation auch die Möglichkeit, die Drehungen der Rotationsachse zu programmieren, indem ein Winkel anstelle der im vorherigen Beispiel gezeigten kartesischen Koordinaten angegeben wird.

Hierzu muss anstelle von G102 der Befehl G106 programmiert werden. Ist G106 aktiv, dann müssen die gleichen Achsbezeichnungen wie bei aktivem G105 (siehe oben) benutzt werden.

Beim nachstehenden Beispiel wird angenommen, dass für die Rotationsachse die Achsbezeichnung C und für die Linearachse die Achsbezeichnung V angegeben wurde. Ist G106 aktiv, dann werden die zusammen mit der Achsbezeichnung C programmierten Werte als Winkel interpretiert und die im Zusammenhang mit der Achsbezeichnung V programmierten Werte werden als die Positionen in der axialen Richtung der gekrümmten Zylinderoberfläche interpretiert, zu denen die Linearachse verfahren werden soll.

Schlagen Sie bitte in der vom Werkzeugmaschinenhersteller gelieferten Dokumentation nach um herauszufinden, welche Achsbezeichnungen für die Achsen in Ihrer Steuerung angegeben werden. Die nachstehenden Beispiele können auf einfache Weise an Ihre Konfiguration angepaßt werden, indem einfach die im Beispiel verwendeten Achsbezeichnungen durch die in der PA 8000 verwendeten ausgetauscht werden.

Programmbeispiel G106

```

N10 G106 R80.5
N20 C14.235 V20
N30 C0
N40 V-20
N50 C28.47
N60 V20
N70 C0 M30

```

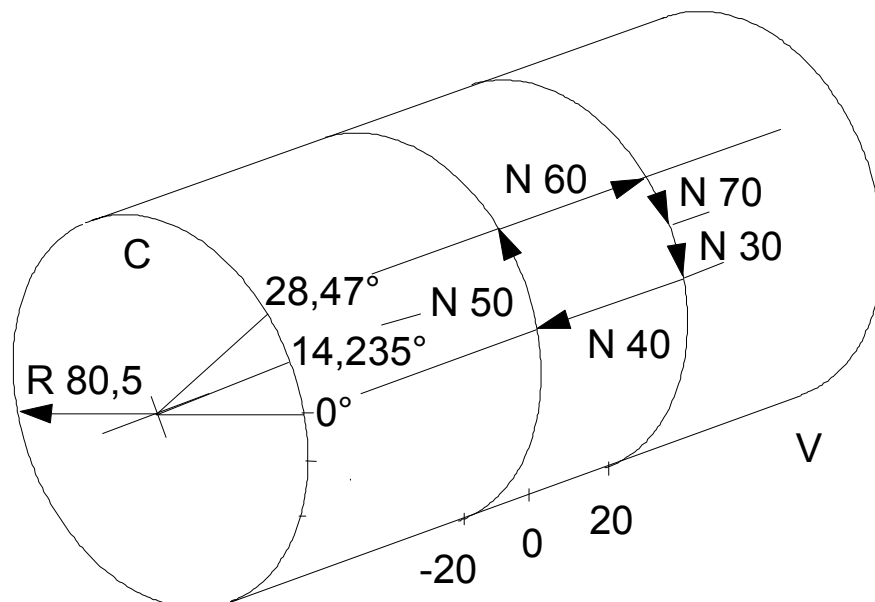


Abb. 8: Bedeutung der C- und V-Werte bei aktivem G106

Dieses Programm führt zu genau dem gleichen Ergebnis wie das Programmbeispiel für G102

2.4 Unzulässige G-Codes

Die Befehle G74 "programmierbares Referenzfahren", G38 "Spiegeln" und G0 "Eilgang" sind nicht möglich, wenn die Zylindertransformation aktiv ist. Die Fehlermeldung 108 oder 241 wird ausgegeben. Die gleichen Fehlermeldungen werden angezeigt bei einem Versuch, die Transformation zu aktivieren oder abzuschalten, solange eine G92 Verschiebung noch aktiv ist. Dies gilt auch für eine Verschiebung, die bei einer Spiegelung auftritt. Ehe die Transformation aktiviert oder abgeschaltet wird, sollte daher immer G92 programmiert werden (für den Fall, dass zuvor eine Verschiebung des Programmnullpunkts aktiv war).

2.5 Echtzeit-Radiuskorrektur G103, G107

Bei der Zylindertransformation wird die Zylinderoberfläche als Interpolationsebene angesehen, bei der insbesondere die Bahnkompensation aktiv ist. Echtzeit-Radiuskorrektur ist etwas anders, da die normalerweise an der Rotationsachse durchgeführte Kompensation zu einer anderen Linearachse übertragen wird. Diese Linearachse - hier U-Achse genannt - bildet zusammen mit der Zylinderlängsachse (Y-Achse) die Schmiegungeebene auf dem Zylindermuster. Die Achsenzuordnung muss daher wie folgt gesehen werden.

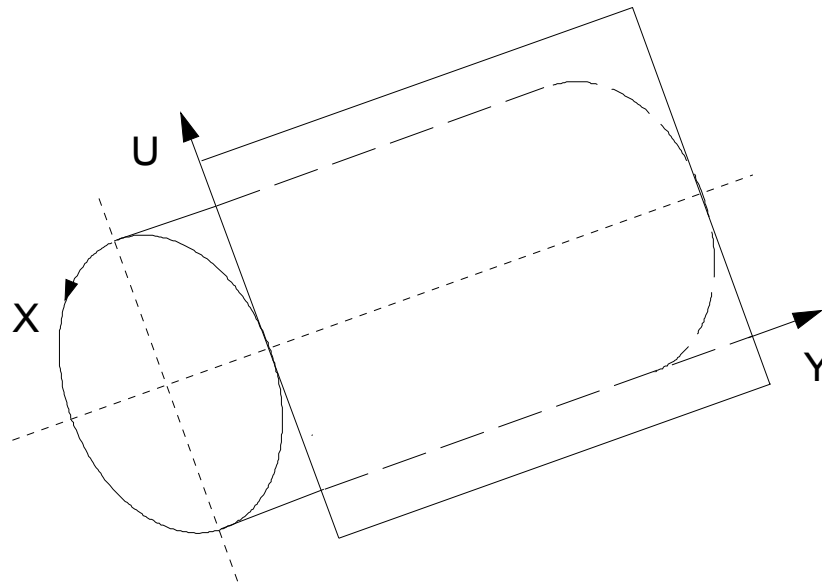


Abb. 9: Schmiegungsebene

Die Funktion wird analog zu G102, G103 und G106 mit den G-Codes G107 aktiviert. Nach einem Satz wie

G103 R80.5

wird die gewöhnliche Zylindertransformation G102 zuerst aktiviert. Der Vorgang weicht von G102 nur dann ab, wenn die Bahnkompensation aktiviert wird.

Ein kurzes Beispiel soll dies erläutern.

Beispiel:

N10	X0	Y0	F500
N15	G20	I1	J2
N20	G103	R80	
N30	X30		
N40	Y20		

N45 D1=5000

N50	G41	Y40	D1	
N70	G12	X50	Y60	K20
N80	G1	X50	Y60	K20
N85	G1	X80		
N90	G12	X100	Y40	K20
N100	G1	Y30		
N110	G1	Y30		
N110	G40	Y20		
N120	G100			
N130	X0	Y0	M30	

Die in diesem Beispiel programmierte Bahn ist in der nachstehenden Abbildung skizziert. Die X/Y-Ebene ist hier das abgewickelte Zylindermuster.

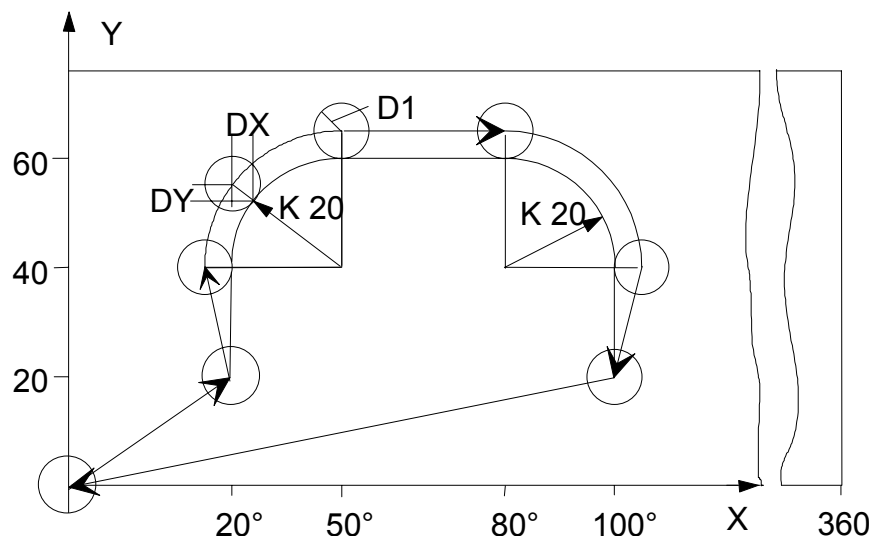


Abb. 10: Echtzeit-Radiuskorrektur

Die korrigierte Bahn wird durch Striche angezeigt. Beachten Sie, dass die angegebenen Bahnen DX von der U-Achse verfahren werden. Im Gegensatz zur herkömmlichen Bahnkorrektur wird die unkorrigierte Bahn interpoliert. Die Korrekturkomponenten DX und DY werden während der Interpolation zuerst berechnet, wobei jeder interpolierte Punkt vom Kompensationswert vertikal verschoben wird.

Hinweis:

- Diese Prozedur ergibt einige Einschränkungen, die unbedingt beachtet werden müssen.

Einschränkungen:

1. Solange Echtzeitkorrektur aktiv ist dürfen keine Sätze ohne Verfahrinformation in der aktiven Ebene programmiert werden.
2. Um Sprünge in der U-Achse oder Y-Achse zu vermeiden, müssen tangentielle Übergänge zwischen den Verfahransätzen programmiert werden.
3. Bei der Bearbeitung gekrümmter Konturen unterscheidet sich die Geschwindigkeit von der programmierten Geschwindigkeit.
4. Nach der Programmierung von G103 oder G107 darf die U-Achse nicht programmiert werden. Die Fehlermeldung 145 wird ausgegeben, wenn dies auftritt.
5. Ähnlich wie bei der Polartransformation werden die Achsgrenzen der U- und V-Achse in Echtzeit auf Echtzeit-Radiuskorrektur überwacht. Es wird eine Fehlermeldung ausgegeben und die Interpolation wird angehalten, wenn die Achsgrenzwerte verletzt werden.

2.6 Zylindertransformation mit Mittellinienabweichung einer Zusatzachse und Echtzeit-Radiuskorrektur (G104, G108)

Dies ist eine weitere Erweiterungsstufe zu G103 und G107

Zusätzlich zu den Korrekturkomponenten für die X-Achse verfährt die U-Achse um einen zusätzlichen Wert, der sich über die Bewegung der Zylinderlängsachse aus folgender Gleichung ergibt:

$$U_m = A + \sqrt{K^2 - (Y-B)^2} \mid A < 0$$

$$(1) U_m = A - \sqrt{K^2 - (Y-B)^2} \mid A > 0$$

A:	Achsabstand
B:	Hebelabstand
K:	Hebelradius

Die Bedeutung der einzelnen Parameter wird in der nachstehenden Skizze erläutert.

Die Aktivierung findet in einem NC-Satz in folgender Form statt:

G104 R80.5 A80 K100 B20

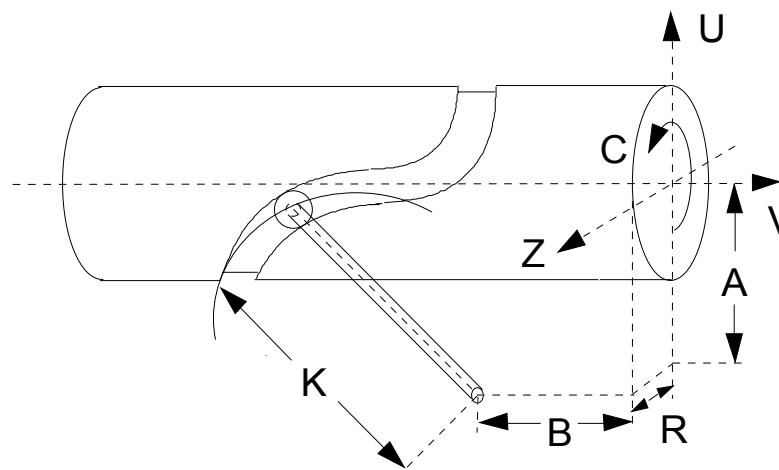


Abb. 11: Zylindertransformation mit Mittellinienabweichung

Die Abbildung zeigt auch deutlich den Zweck dieser Funktion, die hauptsächlich dazu benutzt wird, eine Führungsnut in einen symmetrischen Zylinder zu arbeiten. Es wird hier angenommen, dass sich in der Nut eine Rolle bewegt, die fest mit einem Hebel verbunden ist, der wiederum an einem festen Punkt befestigt ist. Jede Bewegung in der Längsrichtung des Zylinders macht eine kreisförmige Bewegung der Rolle in der U-Y-Ebene erforderlich. Diese Bewegung wird durch Abweichung vom Mittelpunkt simuliert. Das Bild zeigt auch die Bedeutung der Echtzeit-Radiuskorrektur für diesen Fall.

Da die Rolle in der U-Y-Ebene bewegt wird, ist es wichtig, dass die Projektion der Führungsnut in der U-Y-Ebene die richtige Breite hat. Das heißt, dass die Korrekturen sich auf diese Ebene beziehen müssen. Hieraus wird auch klar, dass eine äquidistante Bahn in der U-Y-Ebene auf der Zylinderoberfläche nicht äquidistant ist.

Zusätzlich zu den reinen X-Komponenten mit G103/107 wird mit der Bahnkorrektur eine weitere Komponente berücksichtigt, die sich aus der Mittellinienabweichung ergibt.

Einschränkungen:

Die Einschränkungen sind die gleichen wie bei G103/107. Es wird zusätzlich überwacht, ob die Gleichung (1) eine bedeutsame Mittellinienabweichung erlaubt. Ist in dieser Gleichung der Ausdruck unter der Wurzel negativ, dann wird die Fehlermeldung "Achsgrenze U" ausgegeben. Dies ist immer dann der Fall, wenn die Führungsnut sich so weit in Y-Richtung erstreckt, dass eine auf einem Hebel mit der Länge K angebrachte Rolle diesen Punkt nicht mehr erreichen kann.

2.7 Umschalten Maschinenkoordinaten und Zylindertransformation

Beim Umschalten zwischen Maschinenkoordinaten (G100) und Zylindertransformation (G105) darf keine Korrektur (G-, D- oder H-Korrektur) aktiv sein.

Ein direkter Wechsel von Polartransformation zu Zylindertransformation ist nicht möglich. Vor dem Wechsel der Transformationsart muss immer G100 programmiert werden.

Fehlermeldung 145 wird ausgegeben, wenn versucht wird, eine Achsposition in einem Satz mit einem Wechsel über einen G-Code zu programmieren.

2.8 Programmende und Wechsel der Betriebsart

Am Ende des Programms wird die Betriebsart immer zum Betrieb in Maschinenkoordinaten zurückgeschaltet. Gleichzeitig wird eine G92-Verschiebung berechnet, möglichst aktiv für die Rotationsachse. Beim Übergang von der Betriebsart "MANUELL" auf "AUTOMATIK" wird die Position der Rundachse immer auf einen Wert zwischen 0 und 360 reduziert.

3 Maschinenparameter

3.1 Einschalten der Maschinenfehlerkompensation für Polartransformation

Die Maschinenfehlerkompensation für Polartransformation wird mit dem Maschinenparameter PolCylMachZeroOffsetAppl eingestellt. Gleichzeitig legt das erste Wort dieses Maschinenparameters fest, wie die Koordinatenwerte (sowohl programmierte Werte als auch Standardwerte) interpretiert werden müssen:

- = 0: Maschinenfehlerkompensation ist nicht eingestellt.
- = 1: Die programmierten oder Standardwerte werden entweder als kartesische Koordinaten (wenn G90/G91 aktiv ist) oder als Polarkoordinaten (wenn G14/G15 aktiv ist) interpretiert.
- = 2: Die programmierten oder eingestellten Werte werden immer als Polarkoordinaten interpretiert.
- = 3; Die programmierten oder eingestellten Werte werden immer als kartesische Koordinaten interpretiert.

Das zweite Wort des Maschinenparameters PolCylMachZeroOffsetAppl legt fest, welche Version der Maschinenfehlerkompensation wirksam ist. Hier sind zwei Versionen möglich:

- =0: Verschiebung des kartesischen Koordinatensystems.
- =0FH: Korrektur von Winkel und Radius der Maschinenkoordinaten.

Standard: 0

Die Koordinaten des Maschinennullpunkts bezüglich der Rotationsachse können mit den Maschinenparametern PolCylMachZeroOffsetX und PolCylMachZeroOffsetY voreingestellt werden. Die Koordinaten müssen in internen Maschinenschritten angegeben werden.

Diese voreingestellten Werte werden benutzt, wenn die Maschinenfehlerkompensation eingestellt wird und keine Koordinaten mit G101/G105 angegeben wurden.

Ist zum Beispiel eine Nullpunktverschiebung (oder Teilepositionsversatz) des Koordinatensystems einer Maschine mit $X = 10$ und $Y = 20$ vorgegeben, dann müssen in PolCylMachZeroOffsetX bzw. PolCylMachZeroOffsetY die Werte 10000 und 20000 eingegeben werden (unter der Annahme, dass in diesem Beispiel für X und Y 3 Dezimalstellen eingestellt sind).

3.2 Maschinenparameter für Maschinenfehlerkompensation

3.2.1 PolCylMachZeroOffsetAppl

Einheit:

Die Maschinenfehlerkompensation wird eingestellt, wenn dieser Einstellwert ungleich 0 ist. Für das erste Wort sind folgende Werte möglich:

- = 0: Maschinenfehlerkompensation ist nicht eingestellt.
- = 1: Die programmierten oder Standardwerte werden entweder als kartesische Koordinaten (wenn G90/G91 aktiv ist) oder als Polarkoordinaten (wenn G14/G15 aktiv ist) interpretiert.
- = 2: Die programmierten oder eingestellten Werte werden immer als Polarkoordinaten interpretiert.
- = 3: Die programmierten oder eingestellten Werte werden immer als kartesische Koordinaten interpretiert.

Das zweite Wort des Maschinenparameters PolCylMachZeroOffsetAppl legt fest, welche Version der Maschinenfehlerkompensation wirksam ist.

Hier sind zwei Versionen möglich:

- =0: Verschiebung des kartesischen Koordinatensystems.
- =0FH: Korrektur von Winkel und Radius der Maschinenkoordinaten.

Standard: 0

3.2.2 PolCylMachZeroOffsetX

Einheit: Interne Schritte

X-Wert (oder Winkel) des Teilepositionsversatzes der Maschinenkoordinaten für Polartransformation

Standard: 0

3.2.3 PolCylMachZeroOffsetY

Einheit: Interne Schritte

Y-Wert (oder Radius) des Teilepositionsversatzes der Maschinenkoordinaten für Polartransformation

Standard: 0

3.3 Maschinenparameter für Geschwindigkeitsüberwachung

3.3.1 PolCylSpeedLimitationAppl

Maschinenparameter für die Geschwindigkeitsüberwachung bei Polartransformation. Die Funktion ist aktiv bei PolCylSpeedLimitationAppl $\neq 0$

1. Wort := 0: Die Rotationsachse wird nicht überwacht $\neq 0$: die Geschwindigkeit der Rotationsachse wird überwacht
2. Wort: = 0: Die Radialachse wird nicht überwacht $\neq 0$: die Geschwindigkeit der Radialachse wird überwacht

Standard: 0

3.3.2 PolCylRotationAxisMaxSpeed

Einheit: mm/min

Mit diesen Daten wird die maximale Geschwindigkeit der Rotationsachse in mm/min voreingestellt. Die Überwachung ist nur aktiv, wenn das untere Byte von PolCylSpeedLimitationAppl $\neq 0$

3.3.3 PolCylRadialAxisMaxSpeed

Einheit: mm/min

Mit diesen Daten wird die maximale Geschwindigkeit der Radialachse in mm/min voreingestellt. Die Überwachung ist nur aktiv, wenn das obere Byte von PolCylSpeedLimitationAppl $\neq 0$

3.4 Tabelle der Maschinenparameter

Die Polar-/Zylindertransformation ist eine Option und nicht in allen Systemen vorhanden. Sie muss von Ihrem Werkzeugmaschinenhersteller aktiviert werden.

Die benötigten Maschinenparameter sind:

PolCylSoftwareLimit
PolCylOrientation
PolCylFactorInchMetric
PolCylDirectionOfCompensation
PolCylMachZeroOffsetX
PolCylMachZeroOffsetY
PolCylRotationalAxisMaxSpeed
PolCylRadialAxisMaxSpeed
PolCylGCode
PolCylSpindleChangingMCode
PolCylAddressLetters
PolCylAxesCharacter
PolCylRotationalAxisIndex
PolCylLongitudinalAxisIndex
PolCylRadialAxisIndex
PolCylCenterDeviationAxisIndex
PolCylMachZeroOffsetAppl
PolCylCtrlReset
PolCylDisplayFlag
PolCylHCorrSeparation
PolCylZeroOffsetAxisLetters
PolCylSpeedLimitationAppl