

TEILE PROGRAMMIERUNG

E700 ISO

1	ISO Programmierung	3
1.1	ISO-Syntax	3
1.2	Beschreibung der Befehle.....	3
2	ANHANG 1: Aussenwirbeln	13
3	ANHANG 2: Gewindebohrung.....	19
4	ANHANG 3: Bohrungszyklen	24
5	ANHANG 4 : Funktion G170 H__ : wahl der Lenkachse bei der Interpolation.....	28

1 ISO Programmierung

1.1 ISO-Syntax

In ISO können 15 Achsen verwaltet werden. Die Namen der Achsen lauten: **ABC UVW XYZ abc xy** und **z**.

Ein ISO-Programm beginnt mit der Zeile:

%n

Dabei entspricht **n** einer Nummer (eine Sequenz aus numerischen Zeichen ('0', '1', '2', ... , '8', '9')).

Alles, was der Zeile **%n** vorausgeht, wird vom Interpretierer ignoriert.

Ein ISO-Programm endet mit der Zeile:

%

Kommentare zwischen **%n** und **%** müssen in Klammern stehen. Beispiel:
(Kommentar)

Der Name der Datei, die ein ISO-Programm enthält, ist ein Name aus maximal 8 Buchstaben oder Zahlen, der mit einem Buchstaben beginnt. Die Dateierweiterung ist **.E7I**, was **E700 ISO** bedeutet.

1.2 Beschreibung der Befehle

Alle Funktionen mit einem Sternchen (*) sind modal.

- A** Achsenname
- B** Achsenname
- C** Achsenname
- D** G60 *Dnb* mit $0 \leq nb \leq 63$ (63 ist von der Konfiguration abhängig und kann erweitert werden)
Ursprungsverschiebung mit möglicher Korrektur auf dem Werkzeugradius.
G60 *Dnb* annulliert weder G54 - G58, noch G59 oder T, sondern wird hinzugefügt.
G60 *Dnb*₁ wird durch eine andere G60 *Dnb*₂-Funktion oder durch G60 D-1 annulliert.

Abstandswert beim Gewindefräsen (siehe G34, G35 und anliegende Beschreibung des Gewindefräsens). Funktion M verbunden mit dem Gewindeschneiden in G36 (siehe Anhang).

E Nicht verwendet

F* Bearbeitungsgeschwindigkeit (Linear- G1 und Kreisinterpolation G2/G3). Standardmässig beträgt die Bearbeitungsgeschwindigkeit null. Beim Drehen, falls der Modus G99 aktiviert ist, gibt F einen Vorschub per Spindelumdrehung an.
 Fnb_1 wird durch eine andere Fnb_2 -Funktion annulliert.

G0* Schneller Positionierungsmodus.
Annulliert durch G1, G2, G3, G34 bis G38 und G81, G82 und G83.

G1* Linearinterpolationsmodus bei von F festgelegter Bearbeitungsgeschwindigkeit.
Annulliert durch G0, G2, G3, G40, G41, G42, G34 bis G38 und G81, G82 und G83.
Beispiel: G1 Xnb_1 Ynb_2 führt ein lineares Segment auf der Ebene XY aus.

Hinweis:	Vor Ausführung einer Interpolation (G1, G2 oder G3) muss die Interpolationsebene mit G17, G18 oder G19 festgelegt werden. Standardmässig ist die Ebene G17, das heisst XY. Für weitere Details siehe G17 weiter unten.
----------	--

	Es muss ausserdem eine Geschwindigkeit mit F festgelegt werden, da die standardmässige Geschwindigkeit null beträgt.
--	--

G2* Kreisinterpolationsmodus (Uhrzeigersinn) bei von F festgelegter Bearbeitungsgeschwindigkeit.
Annulliert durch G0, G1, G3, G34 bis G38, G40, G41, G42 und G81, G82 und G83.

Man verwendet I und J (oder K), um die Koordinaten der Bogenmitte festzulegen, oder R, um den Radius dieses Bogens festzulegen. Zwei Achsen sind kreisförmig. Die anderen vorhandenen Achsen sind linear.

G3* Kreisinterpolationsmodus (gegen den Uhrzeigersinn) bei von F festgelegter Bearbeitungsgeschwindigkeit.
Annulliert durch G0, G1, G2, G34 bis G38, G40, G41, G42 und G81, G82 und G83.

Man verwendet I und J (oder K), um die Koordinaten der Bogenmitte festzulegen, oder R, um den Radius dieses Bogens festzulegen. Zwei Achsen sind kreisförmig. Die anderen vorhandenen Achsen sind linear.

G4 G4 Pnb Verzögerung von nb Sekunden.

G9 Warten auf das Ende der Bewegung.

Beispiel: G2 Xnb₁ Ynb₂ Inb₃ Jnb₄
M5

In diesem Beispiel wird M5 (Spindelstopp) wahrscheinlich ausgeführt, bevor der Bogen G2 beendet ist. Um dieses Problem zu lösen, Folgendes eingeben:

G2 Xnb₁ Ynb₂ Inb₃ Jnb₄
G9
M5

G17* Definition der Ebene XY für die Interpolationen G1, G2 und G3. Standardmässig ist es diese Ebene, die definiert wird. Daher kann G17 ausgelassen werden, wenn man ausschliesslich in der Ebene XY arbeitet. Annulliert von G18, G19 und G17 Hnb.

G17 Hnb: Definition einer „exotischen“ Ebene. Ermöglicht es, eine andere Ebene zu definieren als XY (G17), ZX (G18) oder YZ (G19).

G18* Definition der ZX-Ebene für die Interpolationen G1, G2 und G3. Annulliert durch G17 und G19.

G19* Definition der YZ-Ebene für die Interpolationen G1, G2 und G3. Annulliert durch G17 und G18.

G25* Tangentialmodus. Noch nicht im E700 implementiert! Annulliert durch G26.

G26 Annullierung des Tangentialmodus. Noch nicht im E700 implementiert!

G30 Aktivierung eines Gewindefräsen-Zyklus. Siehe anliegende Beschreibung des GewindefräSENS.

G32* Gewindefräsen von oben nach unten. Siehe anliegende Beschreibung des GewindefräSENS. Standardmodus. Annulliert durch G33.

G33* Gewindefräsen von unten nach oben. Siehe anliegende Beschreibung des GewindefräSENS. Annulliert durch G32.

G34* G34 Xnb₁ Ynb₂ Znb₃ Rnb₄ Pnb₅ Qnb₆ [Dnb₇]. Gewindefräsen im Uhrzeigersinn.

X Y: Lochmitte
Z: Lochtiefe
R: Radius der Gewindebohrung (an der tiefsten Stelle des Gewindes)
P: Steigung des Gewindeschneidens
Q: Ursprüngliche Position auf Z (Schutzabstand)
D: Optional: Abstandswert vor dem Wiederaufstieg im Modus G32.

Annulliert durch G0, G1, G2, G3, G30, G35 bis G38, G40, G41, G42 und G81, G82 und G83. Siehe anliegende Beschreibung des GewindefräSENS.

G35* Gewindefräsen gegen den Uhrzeigersinn. Wie G34 weiter oben, aber gegen den Uhrzeigersinn.
Annulliert durch G0, G1, G2, G3, G30, G34, G36 bis G38, G40, G41, G42 und G81, G82 und G83.

G36* G36 Xnb₁ Ynb₂ Znb₃ Pnb₄ Qnb₅ Dnb₆. Gewindeschneiden-Zyklus. Erfordert einen Werkzeughalter mit Längenkompensation.

X Y: Lochmitte
Z: Lochtiefe
P: Steigung des Gewindeschneidens
Q: Ursprüngliche Position auf Z (Schutzabstand)
D: Nummer der zu benutzenden M-Funktion.

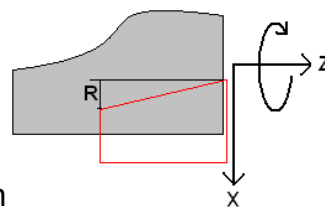
Annulliert durch G0, G1, G2, G3, G30, G34, G35, G37, G38, G40, G41, G42 und G81, G82 und G83. Siehe anliegende Beschreibung des Gewindeschneidens.

G37* Bearbeitung der Ausgangsform des Radius. CYL-Drehbefehl im UNITOUR E500/E600.

G37 Xnb₁ Znb₂ Rnb₃

R: Neigung

Durchläufe wiederholen durch Eingabe von
Xnb₅
Xnb₆
etc.

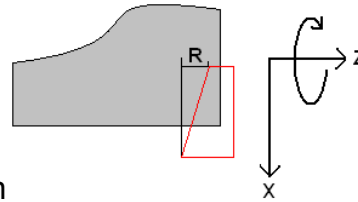


Annulliert durch G0, G1, G2, G3, G30, G34, G35, G36, G38, G40, G41, G42 und G81, G82 und G83.

G38* Bearbeitung der Ausgangsform einer Fläche. FACE-Drehbefehl im UNITOUR E500/E600.

G38 Xnb₁ Znb₂ Rnb₃

R: Neigung



Durchläufe wiederholen durch Eingabe von
Znb₅
Znb₆
etc.

Annulliert durch G0, G1, G2, G3, G30, G34, G35, G36, G37, G40, G41, G42 und G81, G82 und G83.

G40 Annullierung der Werkzeugkorrektur (G41/G42). Abstand der Werkzeugkorrektur.

Bemerkungen:

Die Werkzeugkorrektur (G40/G41/G42) funktioniert nicht in einem Unterprogramm (siehe G98).

Die einzigen erlaubten Funktionen zwischen G41/G42 und G40 sind G1, G2 und G3 mit den Achsen der Ebene (beispielsweise X und Y) sowie I, J und R.

Die beiden Achsen der Ebene (oder des Plans) müssen auf der Linie von G40, G41 und G42 angegeben werden. Beispiel: G41 Xnb₁ Ynb₂

G41* Platzierung der Werkzeugkorrektur links des programmierten Umrisses. Annulliert durch G40.

G42* Platzierung der Werkzeugkorrektur rechts des programmierten Umrisses. Annulliert durch G40.

G50 G50 Snb. Maximal zulässige Spindelgeschwindigkeit wenn X in der Nähe des Drehzentrums ankommt, mit einer konstanten Schneidegeschwindigkeit.

G53 Annullierung der Ursprungsverschiebung G54, G55, G56, G57 und G58.

G54* Ursprungsverschiebung. Siehe Anmerkung unter Befehl D (G60 Dnb). G54 wird zu G60 Dnb, G59 und T hinzugefügt. Annulliert durch G53, G55, G56, G57 und G58.

G55* Ursprungsverschiebung. Siehe Anmerkung unter Befehl D (G60 Dnb). G55 wird zu G60 Dnb, G59 und T hinzugefügt. Annulliert durch G53, G54, G56, G57 und G58.

G76* Spezifiziert, dass beispielweise für die S-Funktionen mit dem analogen Ausgang 1 (Spindel 1) gearbeitet wird.
Annulliert durch G75.

G80 Annullierung eines einfachen Bohrzyklus oder mit Entspänen (G81), eines Ausbohrzyklus (G82), oder eines Bohrzyklus mit Spanbrechen (G83).
Siehe anliegende Dokumentation zu Bohren.

G81* G81 [Xnb₁] [Ynb₂] Znb₃ Rnb₄ [Snb₅] [Fnb₆]. Einfacher Bohrzyklus.

X Y: (Optional) Lochposition

Z: Tiefe

R: Schutzabstand

S: (Optional) Verzögerung in Sekunden am Lochgrund

F: (Optional) Bohrgeschwindigkeit.

G81 [Xnb₁] [Ynb₂] Znb₃ Rnb₄ [Snb₅] Pnb₆ Qnb₇ [Fnb₈]. Bohrzyklus mit Entspänen.

P: Entspäntiefe

Q: Schutzabstand

Siehe anliegende Dokumentation zu Bohren.

Annulliert durch G0, G1, G2, G3, G34 bis G38, G40, G41, G42 und G80, G82 und G83.

G82* G82 [Xnb₁] [Ynb₂] Znb₃ Rnb₄ [Snb₅] [Fnb₆]. Ausbohrzyklus.

Parameter: Siehe G81.

Siehe anliegende Dokumentation zu Bohren.

Annulliert durch G0, G1, G2, G3, G34 bis G38, G40, G41, G42 und G80, G81 und G83.

G83* G83 [Xnb₁] [Ynb₂] Znb₃ Rnb₄ [Snb₅] Pnb₆ Qnb₇ [Fnb₈]. Bohrzyklus mit Spanbrechen.

Parameter: Siehe G81.

Siehe anliegende Dokumentation zu Bohren.

Annulliert durch G0, G1, G2, G3, G34 bis G38, G40, G41, G42 und G80, G81 und G82.

G90* Absoluter Koordinatenmodus. Dies ist der Standardmodus.
Annulliert durch G91.

G91* Relativer Koordinatenmodus.
Annulliert durch G90.

G96* G96 *Snb*. Legt die Schnittgeschwindigkeit in m/min fest. Dies wird beim Drehen mit einer konstanten Schneidegeschwindigkeit verwendet. Annulliert durch G97.

G97 Annullierung der Funktion G96.

G98 G98 *Lnb* ($nb > 0$) Beginn des Unterprogramms Nummer *nb*.
G98 L0: Ende eines beliebigen Unterprogramms.

Die Unterprogramme müssen zu Beginn des Hauptprogramms erklärt werden. Ihre Grösse ist im Gegensatz zum Hauptprogramm beschränkt. Die Werkzeugkorrektur (G40/G41/G42) ist in den Unterprogrammen verboten. Die Unterprogramme können nicht verschachtelt werden. Ein Unterprogramm kann kein anderes Unterprogramm aufrufen.

Aufruf von Unterprogramm Nummer nb_1 : $Lnb_1 Pnb_2$.

Das Unterprogramm Nummer nb_1 wird nb_2 aufgerufen. Dies ermöglicht die Verwaltung von Wiederholungsschleifen in ISO.

G99* G99 *Fnb*. Ermöglicht es, die Geschwindigkeiten (Vorschübe) F in mm/Spindelumdrehung beim Drehen festzulegen. Annulliert durch G100.

G100 Annullierung von G99.

G170* G170 *Hnb*. Manuelle Definition einer Leitachse bei Interpolation. Siehe anliegende Dokumentation von G170.
G170 H16 annulliert die Funktion G170 und die Leitachse wird erneut automatisch festgelegt.

H G17 *Hnb* Definition einer „exotischen“ Interpolationsebene (ausser XY, ZX oder YZ).
G170 *Hnb* Manuelle Definition einer Leitachse bei Interpolation. Siehe anliegende Dokumentation von G170.

I In G2/G3 ist dies die X-Koordinate der Mitte des Kreises.
In G1 dient dies zur Durchführung gerader (linearer) Fasen.

J In G2/G3 ist dies die Y-Koordinate der Mitte des Kreises.
In G1 dient dies zur Durchführung gerader (linearer) Fasen.

K In G2/G3 ist dies die Z-Koordinate der Mitte des Kreises.
In G1 dient dies zur Durchführung gerader (linearer) Fasen.

L Kombiniert mit G98, um Unterprogramme zu erklären (Programmstart *nb*: G98 *Lnb* und Programmende *nb*: G98 L0: *nb* kann daher nicht null sein.)

Kombiniert mit P, um ein Unterprogramm aufzurufen:
Aufruf des Unterprogramms nb_1 : $Lnb_1 Pnb_2$.

Das Unterprogramm nb_1 wird nb_2 Mal ausgeführt. Falls nb_2 null (P0) ist, wird das Unterprogramm nb_1 trotzdem ein Mal ausgeführt.

M Benutzerfunktion.

N Zeilennummer. Ermöglicht es, das Programm von einem anderen Punkt als dem Anfang auszuführen.

O Nicht verwendet.

P In G65 $Pnb_1 Pnb_2 Pnb_3 \dots$ ist Mnb die Definition der Parameter der Benutzerfunktion G.

In den Funktionen G81 (Bohren), G34 (Gewindefräsen im Uhrzeigersinn), G35 (Gewindefräsen gegen den Uhrzeigersinn) und G36 (Gewindeschneiden) wird P verwendet, um die Neigung festzulegen.

In G4 Pnb ist nb eine Verzögerung in Sekunden.

In $Lnb_1 Pnb_2$. definiert P die Ausführungsanzahl des Unterprogramms.

Q In den Funktionen G81 (Bohren), G34 (Gewindefräsen im Uhrzeigersinn), G35 (Gewindefräsen gegen den Uhrzeigersinn) und G36 (Gewindeschneiden) wird Q verwendet, um den Schutzabstand festzulegen.

R Gibt in G2/G3 den Radius des vorhandenen Bogens an und platziert die Koordinaten I, J (oder K9) der Mitte.
In G1 dient dies zur Durchführung abgerundeter (kreisförmiger) Fasen.
In G34/35 (Gewindefräsen) bezeichnet R den Lochradius.
In G37/G38 (CYL/FACE) bezeichnet R die Neigung, falls diese nicht null beträgt.
In G81 (Bohren) bezeichnet R die ursprüngliche Bohrposition. (siehe anliegende Dokumentation)

S^(*) Spindelgeschwindigkeit in Umdrehungen/min Diese ist ursprünglich auf 0 eingestellt und kann mit S0 annulliert werden, oder allgemeiner mit M5, falls diese Funktion existiert.

In G81 (Bohren) bezeichnet dies die Verzögerung am Lochgrund.
In G50 ist dies die maximale Spindelgeschwindigkeit im Zentrum.
In G96 ist dies die Schneidgeschwindigkeit in m/min.

T^{*} Werkzeug. Mit einem Werkzeug sind eine Länge und ein Radius verbunden. Die Länge annulliert die anderen Ursprungsverschiebungen nicht, sondern wird zu diesen hinzugefügt. Die anderen Verschiebungen sind G60 Dnb , G54 bis G58 oder G59.
Annulliert durch T-1.

U Achsenname

V Achsenname
W Achsenname
X Achsenname
Y Achsenname
Z Achsenname

2 ANHANG 1: Aussenwirbeln

Außenwirbeln im Uhrzeigersinn: **G34 Xx Yy Zz Rr Pp Qq [Dd]**

Außenwirbeln gegen den Uhrzeigersinn: **G35 Xx Yy Zz Rr Pp Qq [Dd]**

Hierbei gilt:

(x; y): (Absolute bzw. relative) Koordinaten der Bohrung, die außengewirbelt werden soll.

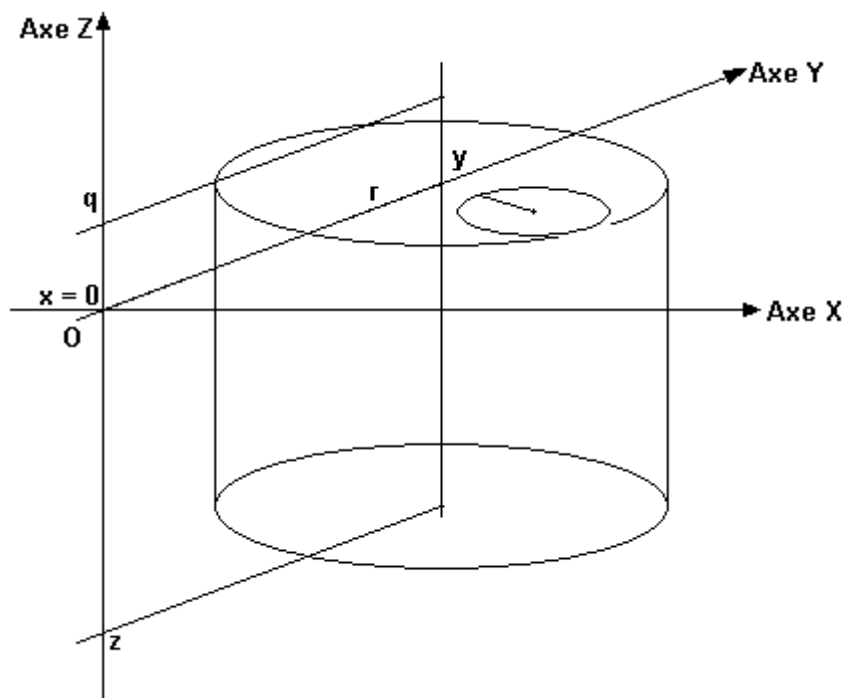
z: Tiefe der Bohrung.

r: Radius der Gewindebohrung (am tiefsten Punkt des Innengewindes).

p: Gewindegang.

q: Ausgangsposition von Z (Führung).

d : Wahlweise: Wert in mm von Hinterstechen vor dem Herausfahren.



Algorithmus im Modus G32 :

1. Gleichzeitiger Eilgang von X und Y in der Ausgangsposition.
Die x-Achse befindet sich nun an folgender Position: $x + r - r_0$
Die y-Achse befindet sich nun in der Position y.
2. Eilgang von Z in der Ausgangsposition (Parameter Q).
3. Ausführen von Kreisen im Uhrzeigersinn (G34) oder gegen den Uhrzeigersinn (G35) mit gleichzeitigem (Interpolation) Verfahren von Z – natürlich stets mit Fertigungsgeschwindigkeit.
4. Wird der Parameter D ausgelassen oder wenn $d = 0$ ist, befindet sich der Umkehrpunkt (lineare Interpolation) von X bzw. Y im Bohrungsmittelpunkt bei Fertigungsgeschwindigkeit und bei Eilgang von Z in der Ausgangsposition (Q).

Ansonsten Fortbewegung (lineare Interpolation XY) von d [mm] in Richtung von Bohrungsmitte. Lösung und Ausführung von Punkt 3, jedoch in Gegenrichtung, d.h. entgegen dem Uhrzeigersinn, wenn G34 oder im Uhrzeigersinn, wenn G35 und Z sich entgegen der an Punkt 5 durchgeführten Richtung befinden.

Algorithmus in Modus G33 :

1. Gleichzeitiger Eilgang von X und Y in die Bohrungsmitte.
Die x-Achse befindet sich an x.
Die y-Achse befindet sich an y.
2. Eilgang von Z in die Ausgangsposition (absoluter Parameter Q).
3. Eilgang von Z in die Tiefe der Bohrung (negative relative Bohrung: $z - q$).
4. Bewegung in Fertigungsgeschwindigkeit von x und y in die Tiefe der Bohrung.
5. Ausführung von Kreisen entgegen dem Uhrzeigersinn (G34) bzw. im Uhrzeigersinn (G35) mit gleichzeitiger (Interpolation) positiver Verschiebung (nach oben) von Z bis zur Position $q -$ jeweils stets mit Fertigungsgeschwindigkeit.
6. Rückkehr in die Bohrungsmitte für X (und Y).

Einsatz der Außenwirbelzyklen G34 und G35

Die Außenwirbelfunktionen G34 und G35 sind modal und werden durch sich selbst oder durch G00, G01, G02 bzw. G03 annulliert. G30 annulliert ebenfalls eine Außenwirbelung.

Standardmäßig wird im G32-Modus gearbeitet. Folgender weiterer Modus wird angeboten: G33 (siehe obenstehende Algorithmen). G32 annulliert G33, und G33 annulliert G32.

Beispiel: $r = 0,3 \text{ mm}$ (Durchmesser: 0,6 mm)
Radius des Werkzeugs: $= 0,255 \text{ mm}$ (Durchmesser : 0,51 mm)

(Die Bohrung wird mit einem Bohrer mit einem Durchmesser von 0,49 mm angefertigt).

Bezeichnungen :

- g Modus 0 = ccw bzw. 1 = cw (Anmerkung : $\sim g$, das Gegenteil)
- r Radius der Bohrung (am tiefsten Punkt der Bohrung)
- r_o Radius des Werkzeugs
- x x-Koordinate des Bohrungsmittelpunkts
- y y-Koordinate des Bohrungsmittelpunkts
- x_d x-Koordinate für den Außenwirbelstart
- y_d y-Koordinate für den Außenwirbelstart
- z Tiefe der Bohrung
- q Führung
- p Gewindegang
- t_i Anzahl der vollständigen durchzuführenden Umdrehungen
- t_f Z-Vorlauf für die letzte Umdrehung
- α Letzte Umdrehung (Anm.: bei $\alpha = 2 \cdot \pi$ ist die Umdrehung abgeschlossen)
- x_f X-Koordinate des Außenwirbelendes
- y_f Y-Koordinate des Außenwirbelendes
- c_x I-Koordinate des Bohrungsmittelpunkts (im Verhältnis zu x_d)
- c_y J-Koordinate des Bohrungsmittelpunkts (im Verhältnis zu y_d)

- d Herausfahren vor der Rückkehr
- x_d' X-Koordinate vor der Rückkehr des Außenwirbels
- y_d' Y-Koordinate vor der Rückkehr des Außenwirbels
- x_f' X-Koordinate der Rückkehr des Außenwirbels
- y_f' Y-Koordinate der Rückkehr des Außenwirbels
- c_x' I'-Koordinate des Bohrungsmittelpunkts (im Verhältnis zu x_d')
- c_y' J'-Koordinate des Bohrungsmittelpunkts (im Verhältnis zu y_d')
- c_x'' I''-Koordinate des Bohrungsmittelpunkts (im Verhältnis zu x_f')
- c_y'' J''-Koordinate des Bohrungsmittelpunkts (im Verhältnis zu y_f')

Gesamtbewegung (Z):	$q - z$
Ausgangsposition (X):	$x_d = x + r - r_o$
Ausgangsposition (Y):	$y_d = y$
Auszuführende Umdrehungen:	$(q - z) \div p$
Vollständige Umdrehungen:	$t_i = \text{Int} [(q - z) \div p]$ (Anm.: Int (n) = Anteil vollst. n)
Vorlauf (z) für letzte Umdrehung:	$t_f = -(q - z - p \cdot t_i)$
Umfang letzte Umdrehung:	$\alpha = (2 \cdot \pi \cdot t_f) \div p$
Endgültige X-Position:	$x_f = x + (r - r_o) \cdot \cos \alpha$
Endgültige Y-Position:	$y_f = y + (r - r_o) \cdot \sin \alpha$
I-Koordinate:	$c_x = x - x_d$
J-Koordinate:	$c_y = 0$
Ausgangsposition, Rückkehr zu X:	$x_d' = x + (r - r_o - d) \cdot \cos \alpha$
Ausgangsposition, Rückkehr zu Y:	$y_d' = y + (r - r_o - d) \cdot \sin \alpha$
Endposition, Rückkehr zu X:	$x_f' = x + r - r_o - d$
Endposition, Rückkehr zu Y:	$y_f' = y$
I'-Koordinate:	$c_x' = -(r - r_o - d) \cdot \cos \alpha$
J'-Koordinate:	$c_y' = -(r - r_o - d) \cdot \sin \alpha$
I''-Koordinate:	$c_x'' = x - x_f'$
J''-Koordinate:	$c_y'' = 0$

Algorithmus im Modus G32:

1. POSA X fast x_d 0
 POSA Y fast y 2
 2. POSA Z fast q 1
 3. Wiederholen t_i Mal :
 LINR Z $-p$ 0
 CIRA X x_d Y y c_x 0 g
 Fin
 4. LINR Z t_f 0
 CIRA X x_f Y y_f c_x 0 g
- Si $d \neq 0$
- 4a. LINA2 X x_d' Y y_d'
 - 4b. LINR Z $-t_f$ 0
 CIRA X x_f' Y y c_x' c_y' $\sim g$
 - 4c. Wiederholen t_i Mal :
 LINR Z p 0
 CIRA X x_f' Y y c_x'' 0 $\sim g$
 Fin
5. LINA2 X x Y y
 6. POSA Z fast q 1

Algorithmus im Modus G33:

1. POSA X fast x 0
 POSA Y fast y 2
2. POSAZ fast q 1
3. POSRZ fast z - q 1
4. LINA2 X x_f Y y_f
5. LINR Z $-t_f$ 0
 CIRA X x_d Y y $-[(r - r_o) \cdot \cos \alpha]$ $-[(r - r_o) \cdot \sin \alpha]$ $\sim g$
6. Wiederholen t_i Mal :
 LINR Z p 0
 CIRA X x_d Y y c_x 0 $\sim g$
 Fin
7. LINA2 X x Y y

3 ANHANG 2: Gewindebohrung

ACHTUNG: Hierbei wird der Vorschub ohne Beachtung der Drehgeschwindigkeit der Spindel festgelegt. Folglich ist hierfür eine Halterung mit Längenausgleich notwendig, um Abstimmungsschwankungen auszugleichen.

Gewindebohrung: **G36 Xx Yy Zz Pp Qq Dd**

Hierbei gilt:

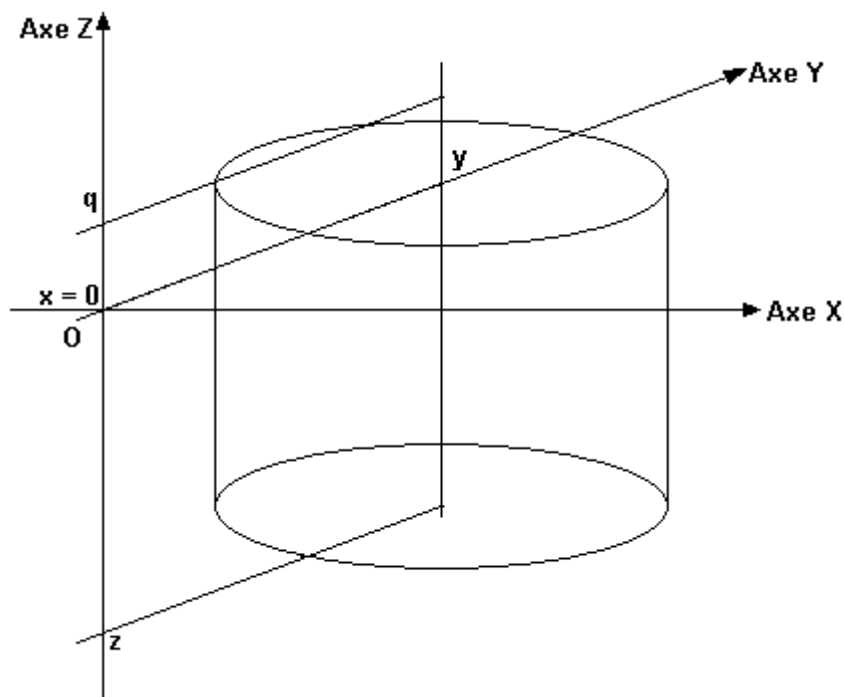
(x; y) : (Absolute bzw. relative) Koordinaten der Bohrung für das Gewinde.

z: Tiefe der Bohrung.

p: Gewindegang.

q: Ausgangsposition von Z (Führung).

d : Nummer der zugehörigen M-Funktion.



Die Gewindebohrungsfunktion berechnet automatisch die Geschwindigkeit für Z in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit der Spindel und je nach Gewindegang. Wenn die berechnete Z-Geschwindigkeit zu hoch ist, wird die Spindelgeschwindigkeit automatisch gesenkt.

Achtung: Während der Gewindebohrung wird das FEED-Potentiometer für die Zustellachse deaktiviert. Für die (gegebenenfalls notwendige) Deaktivierung des SPINDLE-Potentiometers ist der Programmierer zuständig. Der Programmierer ist zudem dafür zuständig, die Spindel anzuhalten, indem auf die STOP-Taste gedrückt wird. **Während der Gewindebohrung sind die Tasten PAUSE und SAT aktiv. Ein Druck auf eine der Tasten hält die Z-Achse an (oder ändert deren Geschwindigkeit), was zu einem Ausfall der Spindel führen kann!**

Gemäß ISO wird die Geschwindigkeit der Spindel mittels des S-Befehls festgelegt. Die Spindel wird mit einem Frequenzumwandler gesteuert. In Uniprogramm wird mit folgender Sequenz die Spindelgeschwindigkeit festgelegt:

```
ISO_S:  PUSH    R1
        MOV     R1, #CURDAC
        MOV     #DACVAL[R1] ttttt ; t/min
        POP     R1
        END
```

CURDAC ist der übliche Analogausgang (0 bzw. 1). Anschließend wird der Wert in Umdrehungen pro Minute (ttttt) im Register des üblichen Analogausgangs festgelegt. Dieses Register wird als DACVAL bezeichnet.

Gemäß ISO wird der Gewindegang mit dem Parameter P der Funktion G36 festgelegt. In Uniprogramm ist der Gewindegang ein Parameter des TPING-Befehls.

Es muss noch eine M-Funktion in Uniprogramm geschrieben werden. Diese Funktion wird direkt von der G36-Funktion aufgerufen und legt den umzukehrenden Ausgang bei Erreichen des Tiefpunkts der Bohrung vor der erneuten Aufwärtsbewegung fest.

Die Nummerierung der M-Funktion spielt hierbei keine Rolle. Es kann hierbei jedoch die Regel befolgt werden, gemäß der diese Funktion M36 zugeordnet wird.

Beispiel : direktes Aufrufen von Funktion M36 durch G36 (Datei: FCTM36.E7M)

;Gewindebohrung

```

;          +----- Zustellachse
;          I +----- Kein Gewinde (nur Unipro)
;          I I +----- Bohrungstiefe (nur Unipro)
;          I I I +----- Umkehrbarer Ausgang
;          I I I I
;          v v v v
M36: TPING Z 1.5 -25 #OUT[0]
CPL      #OUT[0]
END

```

Anm.: TPING sieht einen zweiten (wahlweisen) Ausgang für Parameter vor, wenn die beiden Ausgänge für die Spindelrichtung umgekehrt werden müssen.

Bei diesem Beispiel wird der Ausgang 0 an der Bohrungstiefe umgekehrt und muss folglich am Eingang „Richtung“ des Frequenzwandlers verkabelt werden.

Wenn die Funktion M36 von einer Funktion G36 von ISO aufgerufen wird, werden die Parameter *nicht vom Gewinde* und *Tiefe des Gewindes* in der Funktion G36 selbst festgelegt. Dies bedeutet, dass diese Argumente beim Befehl Unipro TPING ignoriert werden. Sie müssen jedoch dargestellt werden, da nur eine Syntax des Befehls TPING vorhanden ist.

Folglich kann die Zeile durch **M36: TPING Z 0 0 #OUT[0]** ersetzt werden, denn dies ändert nichts, wenn M36 mittels einer Funktion G36 aufgerufen wird. Diese Parameter sind nur für ein in Unipro geschriebenes Gewindebohrungsprogramm nützlich.

Beispiel für ISO-Programm:

Gewindebohrung

```

%1
G53
G0 Z0
G0 X0 Y0
S500 M3
G54
G36 X0 Y0 Z-15 P2.5 Q1 D36
X2
X4
X6
Y2
Y4
Y6
G53 M5
G0 Z0
G0 X0 Y0
%
```

Sequenz für Gewindebohrung in (0; 0), dann in (2; 0), dann in (4; 0), dann in (6; 0, dann in (6; 2), dann in (6; 4) und schließlich in (6; 6).

Spindelgeschwindigkeit: 500 t/min. Bohrungstiefe: -15 mm. Gewindegang: 2 mm. Führung : 1 mm. Dies bedeutet, dass das Gewinde 1 mm vor dem Verstellen von X nach Y herausragt, Die Funktion M wird gemäß der auf der vorhergehenden Seite beschriebenen Funktion M36 aufgerufen.

Nachfolgend wird ein Beispiel für das Drücken der Taste STOPP gegeben. In diesem Fall hält die Spindel an. Dieser Code wird in die Aufgabe AUTOMAT (Datei AUTOMAT.E7M) eingefügt.

;PLC Task

```
BRIN1  #INITRDY AUTOMAT
MOV     #INITRDY 1

AUTOMAT:START  #STARTFLG
          CALIN1 #STOPPRESS ASTOP ; bei Drücken STOP:CALL ASTOP
          JMP    AUTOMAT
```

```
;-----
ASTOP:  CALL    M5           ; Anhalten der Spindel
        OFF     #STOPPRESS   ; Erlöschen von STOP bei Drücken
        WAIT1   #KEY[KSTOP]  ; Warten auf Loslassen von STOPP
        END
```

Abschließend wird noch ein Beispiel für die Funktionen M3, M4 und M5 gegeben. In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass für das Einführen der Spindel der interne Ausgang 1 und – wie zuvor – der Ausgang 0 für die Umkehrung der Spindelrichtung verwendet wird.

Datei FCTM3.E7M (Funktion M3). In diesem Fall ist das Potenziometer SPINDLE inaktiviert.

;Spindle EIN CW

```
M3:     PUSH    R0
        PUSH    R1

        MOV     R1 #CURDAC   ; Fixe par G75, G76 (0 par default)
        MOV     R0 #DACVAL[R1] ; VALEUR S ISO
        DIV     R0 #MAXRPM[R1] ; S/VITESSE MAX
        MUL     R0 255
        MOV     #DAC[R1] R0
        OFF     #OUT[1]      ; Sens horaire
        ON      #OUT[0]

        POP     R1
        POP     R0
        END
```

Datei FCTM4.E7M (Funktion M4). In diesem Fall ist das Potenziometer SPINDLE inaktiviert.

In rot, Unterschied mit M3.

;Spindle EIN CCW

```
M4:      PUSH      R0
          PUSH      R1

          MOV       R1 #CURDAC ; Fixe par G75, G76 (0 par default)
          MOV       R0 #DACVAL[R1] ; VALEUR S ISO
          DIV       R0 #MAXRPM[R1] ; S/VITESSE MAX
          MUL       R0 255
          MOV       #DAC[R1] R0
          ON        #OUT[1] ; Sens anti-horaire
          ON        #OUT[0]

          POP       R1
          POP       R0
          END
```

Datei FCTM5.E7M (Funktion M5) :

;Spindle AUF

```
M5:      PUSH      R1

          MOV       R1 #CURDAC
          MOV       #DAC[R1] 0
          OFF       #OUT[1]
          OFF       #OUT[0] ; Sens horaire

          POP       R1
          END
```

4 ANHANG 3: Bohrungszyklen

Es gibt drei Bohrungszyklen: 1) G81: Bohrung (mit oder ohne Ausstoßen).
 2) G82: Ausbohrung.
 3) G83: Spanbrechen.

G81 Bohrung (mit oder ohne Ausstoßen)

Formate:

Einfache Bohrung: **G81 [X..] [Y..] Z.. R.. [S..] [F..]**

Ausstoßen: **G81 [X..] [Y..] Z.. R.. [S..] P.. Q.. [F..]**

X.. und Y.. : Wahlweise. Schnellvorlauf in die Position X; Y.

Z.. : Bohrungsachse und -tiefe (Absolutwert).

R.. : Schnellvorlauf von Z (Bohrungsachse) in die Ausgangsbohrungsposition.

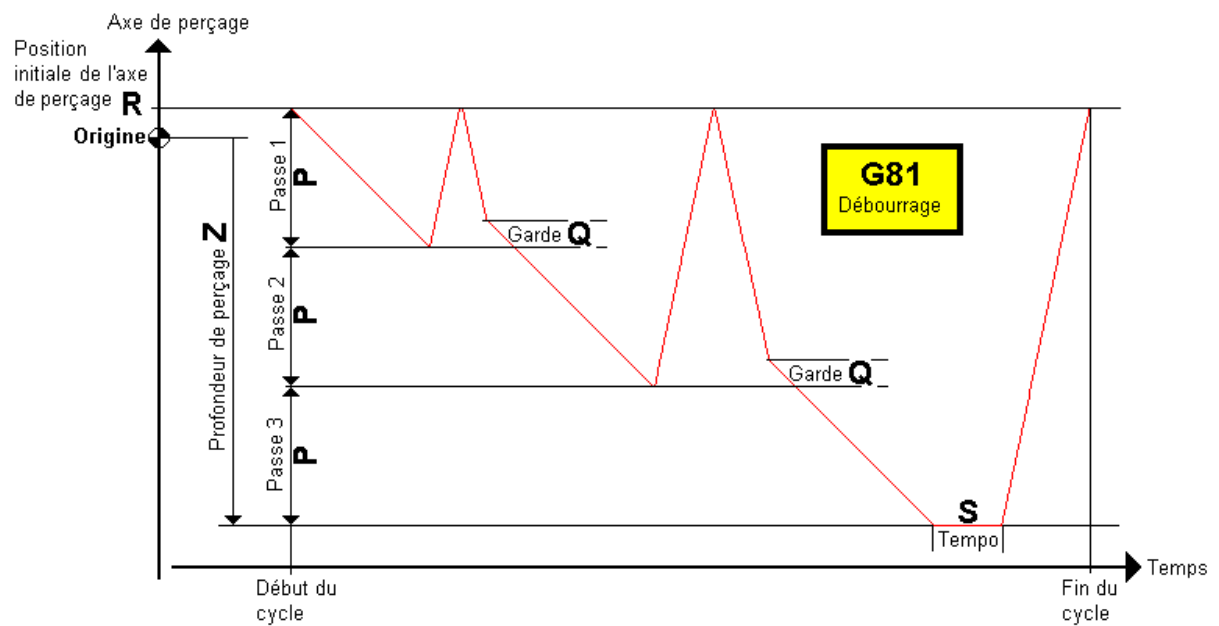
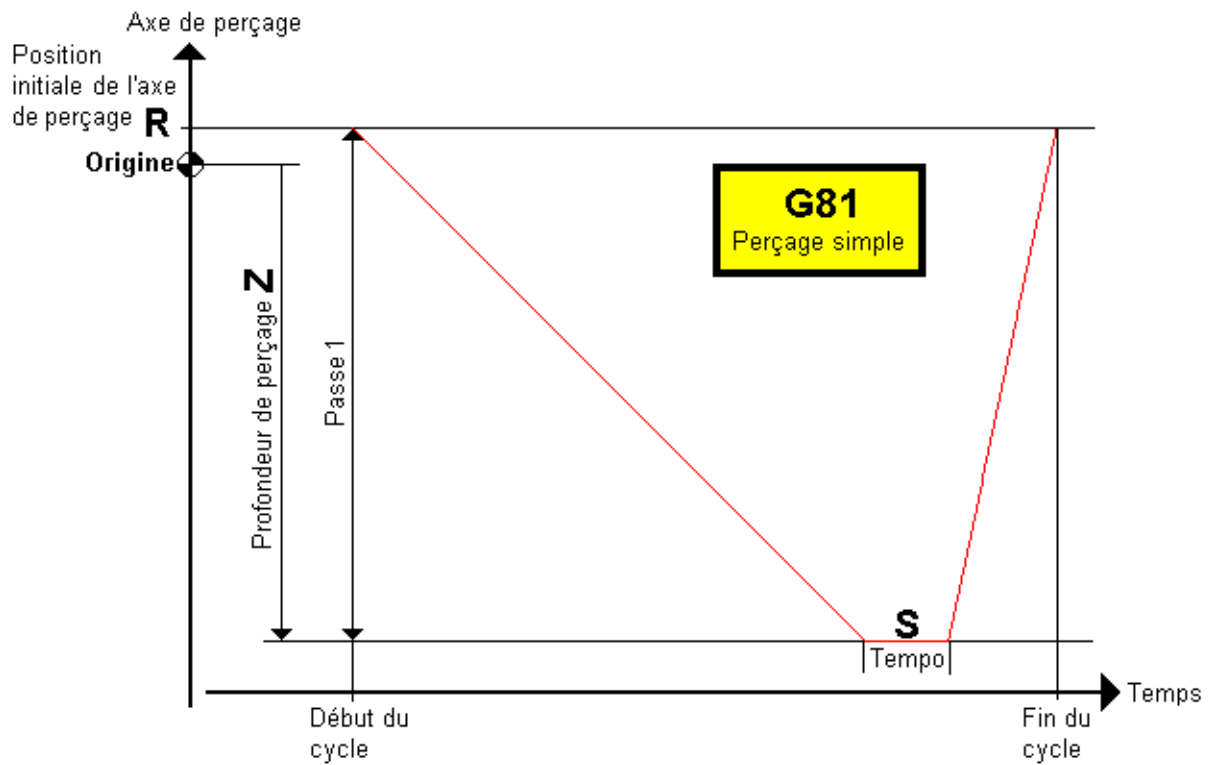
S.. : Wahlweise. Zeitintervall in der Tiefe der Bohrung.

P.. : Nur Ausstoßen. Zustellung (relativer Wert).

Q.. : Nur Ausstoßen. Führung (relativer Wert).

F.. : Wahlweise. Bohrungsgeschwindigkeit.

Hierbei sei angemerkt, dass eine einfache Bohrung ein besonderer Fall von Ausstoßen ist. Diese erfolgt in einem Schritt. Bei einer einfachen Bohrung erfolgt keine Führung.



G82 Ausbohrung

Bei einer Ausbohrung handelt es sich um eine einfache Bohrung. Der einzige Unterschied besteht in einer Erhöhung der Bearbeitungsgeschwindigkeit entlang der Bohrachse.

Format:

Ausbohrung: **G82 [X..] [Y..] Z.. R.. [S..] [F..]**

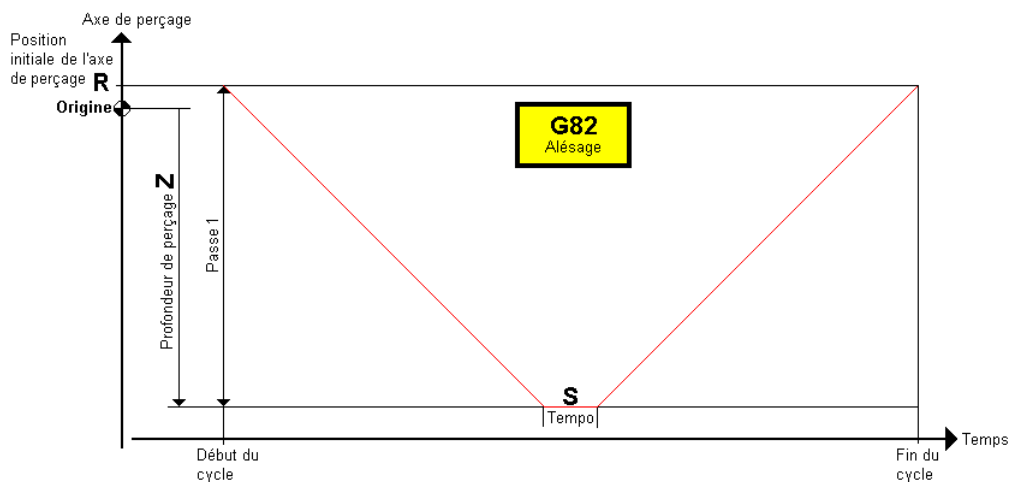
X.. und **Y..** : Wahlweise. Schnellverstellung in der Position X; Y.

Z.. : Bohrachse und -tiefe (Absolutwert).

R.. : Schnellverstellung von Z (Bohrachse) in die Ausgangsbohrposition.

S.. : Wahlweise. Intervall im Bohrloch.

F.. : Wahlweise. Bohrgeschwindigkeit.



G83 Spanbrechen

Format:

Spanbrechen: **G83 [X..] [Y..] Z.. R.. [S..] P.. Q.. [F..]**

X.. und **Y..** : Wahlweise. Schnellbewegung in die Position X; Y.

Z.. : Bohrachse und -tiefe (Absolutwert).

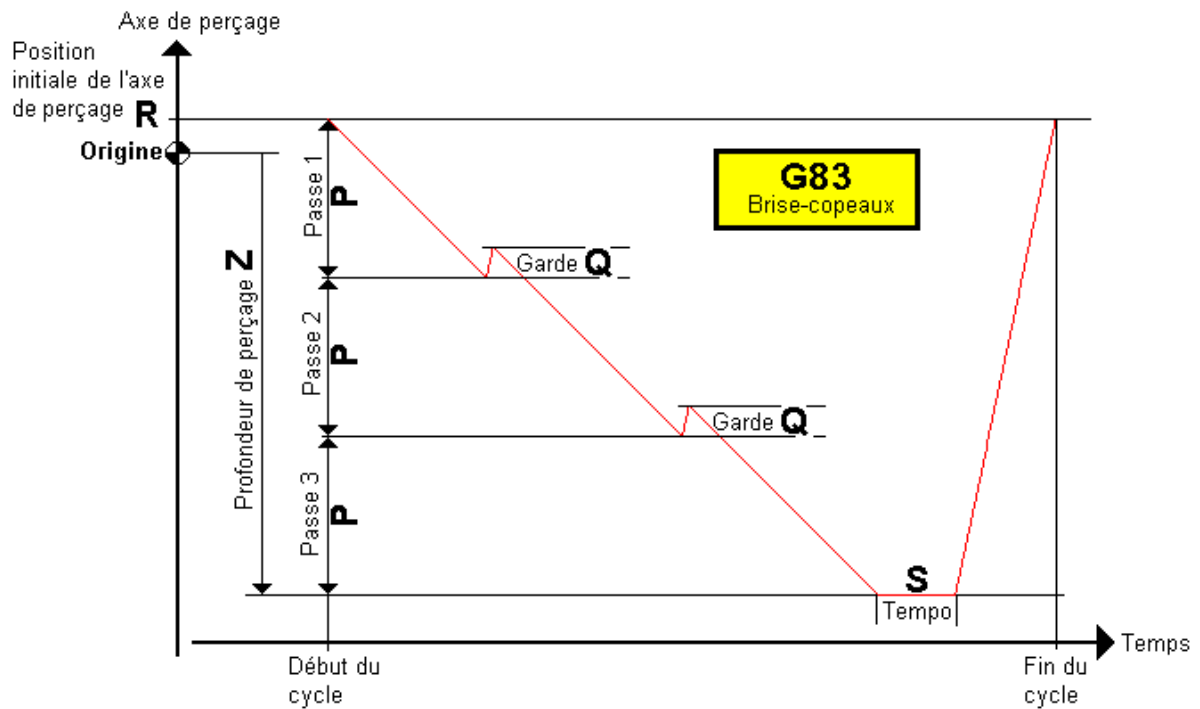
R.. : Schnellbewegung von Z (Bohrachse) in die Bohrausgangsstellung.

S.. : Wahlweise. Zeitintervall im Bohrloch.

P.. : Zustellungstiefe (relativer Wert).

Q.. : Führungsgröße (relativer Wert).

F.. : Wahlweise. Bohrgeschwindigkeit.

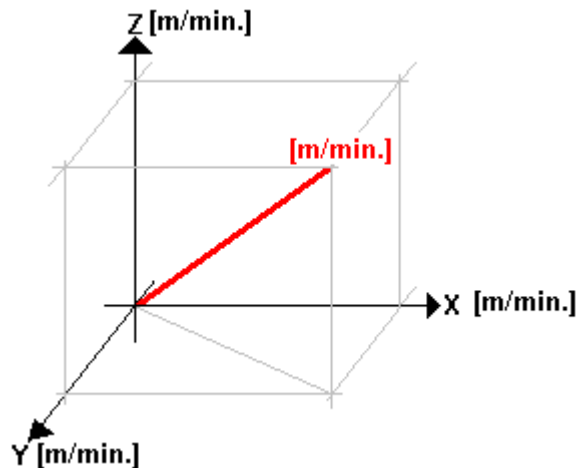


Verwendung der Bohrungszyklen G81, G82 und G83

Die Bohrfunktionen G81, G82 und G83 sind modal und löschen sich selbst oder werden durch G00, G01, G02 oder G03 gelöscht. G80 annulliert ebenfalls eine Bohrfunktion.

5 ANHANG 4 : Funktion G170 H__ : wahl der Lenkachse bei der Interpolation

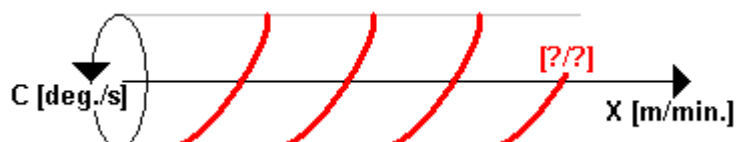
Beim Durchführen einer Interpolation (G01, G02, G03) zwischen mehreren Achsen mit gleichen Geschwindigkeitseinheiten, wie z.B. *Meter pro Minute*, ergibt sich bei einer Interpolation logischerweise ebenfalls *Meter pro Minute*, die gleiche Einheit wie für alle betroffenen Achsen.



In dem oben dargestellten Beispiel ist die Einheit für die Geschwindigkeit der Achsen X, Y und Z jeweils [m/min.].

Folglich wird das Ergebnis (in Rot) einer Interpolation zwischen X, Y und Z ebenfalls in [m/min.] angegeben!

Komplizierter wird es, wenn eine Interpolation zwischen Achsen mit unterschiedlichen Geschwindigkeitseinheiten erfolgt. Das klassische Beispiel ist eine Schraube. In diesem Fall erfolgt eine Interpolation einer Rundachse, deren Maßeinheiten z.B. *Grad in Sekunden* sind mit einer Linearachse in z.B. *Metern pro Minute*.



In dem oben dargestellten Beispiel hat die Interpolation zwischen den Achsen X und C keine physisch darstellbare Geschwindigkeitseinheiten, denn bei einer Mischung [Grad/s] und [m/min.] gibt es keine Maßeinheiten!

Die Strategie des E700 besteht darin, zwei Achsen zu kombinieren und die Achse auszuwählen, die am meisten belastet wird. Diese wird dann zur Leitachse ausgewählt. Aufgrund deren größerer Belastung müssen an diese die meisten Impulse pro Bewegungsanteil gesendet werden. Diese Anzahl von Pulsen hängt von der mechanischen Beziehung, der Anzahl von Schritten pro Umdrehung, den Längen- und Geschwindigkeitseinheiten sowie der Höchstgeschwindigkeit ab.

Der Vorteil dieser Strategie besteht darin sicherzustellen, dass alle Achsen in der Lage sind, ohne „Entgleisen“ einem Interpolationsweg zu folgen.

Der Nachteil besteht darin, dass die Leitachse von den mechanischen Beziehungen abhängt und folglich nicht frei vom Programmierer gewählt werden kann.

Im Fall der oben dargestellten Schraube entsprechen die Geschwindigkeitseinheiten der Mechanik der Maschine und werden proportional in *Grad pro Sekunde* oder *Meter pro Minute* angegeben!

Anders gesagt: die Geschwindigkeitseinheiten der Resultierenden in Rot haben keine physische Bedeutung.

Um dem Programmierer in diesem Fall eine gewisse Freiheit einzuräumen, gibt es die Funktion G170 H.

G170 HAchse

Mit der Funktion G170 kann eine Leitachse festgelegt werden.

So reicht es z.B. im Fall einer Interpolation zwischen den Achsen X und C aus (wobei in diesem Fall der Achse X der Wert 0 und der Achse C der Wert 3 zugeordnet wird), **G170 H0** zu schreiben, damit die Achse X die Leitachse wird (oder – seltener – G170 H3, damit die Achse C die Leitachse wird).

Achtung: die Funktion G170 ist modal und bleibt während des gesamten Programmablaufs gültig. Wenn eine andere Interpolation in einem anderen Raum notwendig wird, muss die vorhergehende Funktion G170 mittels Festlegung einer anderen Leitachse oder mittels Festlegung von G170 H16 annulliert werden.

G170 H16 annulliert die Festlegung der Leitachse und lässt dann E700 selbst die nächste Leitachse gemäß den mechanischen Belastungen festlegen.

Achtung: Der Programmierer muss wissen, dass er mit der Funktion G170 selbst eine Leitachse festlegt und hierdurch Gefahr läuft, mit für manche Achsen des Interpolation unvereinbaren Geschwindigkeiten zu arbeiten. Folglich besteht die

Gefahr eines „Entgleisens“, wenn die Bearbeitungsgeschwindigkeiten nicht sorgfältig festgelegt werden.

Aus diesem Grund sollte es möglichst dem E700 überlassen werden, selbst die Leitachse festzulegen, damit es zu keinem „Entgleisen“ kommt.

Wenn der E700 selbst die Leitachse festlegt, werden die sanftesten Wege für Beschleunigung und Abbremsung gewählt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass alle Achsen den Wegen folgen können.

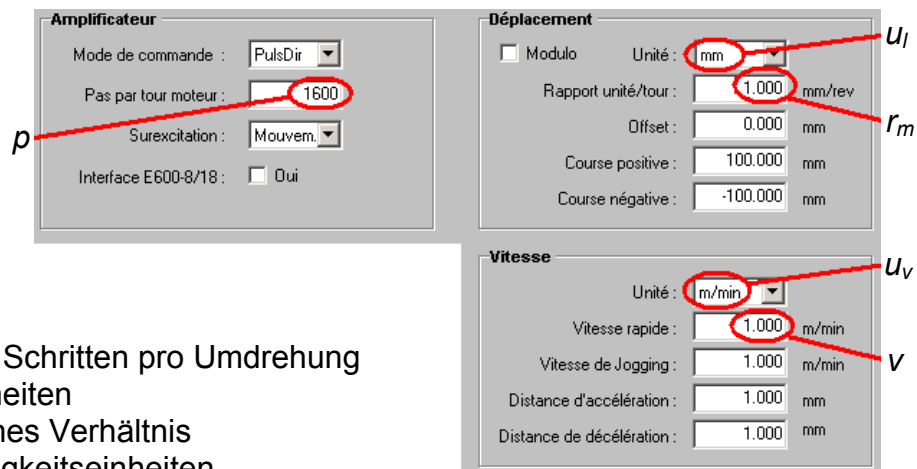
Mit G170 werden dagegen die Wege der Leitachse – unabhängig von deren Schwierigkeitsgrad – gewählt. In diesem Fall muss wiederum sichergestellt werden, dass die anderen Achsen diesen Wegen folgen können.

In UNIPROG kann die Funktion G170 H*Achse* simuliert werden, indem direkt die Nummer der Leitachse in die Systemvariable **AXDIR** geschrieben wird. AXDIR wird durch die Nummer der simultanen ISO-Aufgabe (0 bis 4) indiziert.

Die mittels der Nummer der simultanen ISO-Aufgabe (0 bis 4) indizierte Variable **AXDIR7** enthält die Nummer der vom E700 gewählten Leitachse. Diese Variable ist schreibgeschützt.

Beispiele:	ISO	UNIPROG
	G170 H3	MOV #AXDIR[0] 3
	G170 H16	MOV #AXDIR[0] 16

Berechnung der Anzahl von internen Impulsen für die Fortbewegung um eine Längeneinheit:



- p : Anzahl von Schritten pro Umdrehung
- U_I : Längeneinheiten
- r_m : Mechanisches Verhältnis
- U_V : Geschwindigkeitseinheiten
- v : Eilgang (schnell oder G00)

Berechnung von s (auch SCALEK genannt):

$$s \leftarrow \frac{p}{r_m}$$

Mit U_I , U_V et s kann r_v mittels der untenstehenen Tabelle ermittelt werden:

Rapport de vitesse : r_v		U_I				
		mm	m	degrés	tours	inches
U_V	mm/s	1	1 / 1'000	360 · s	s	5 / 127
	mm/min.	1 / 60	1 / 60'000	6 · s	s / 60	1 / 1'524
	m/s	1'000	1	360'000 · s	1'000 · s	5'000 / 127
	m/min.	50 / 3	1 / 60	6'000 · s	50 · s / 3	250 / 381
	deg./s	s / 360	s / 360	1	1 / 360	s / 360
	deg./min.	s / 21'100	s / 21'100	1 / 60	1 / 21'100	s / 21'100
	tours/s	s	s	360	1	s
	tours/min.	s / 60	s / 60	6	1 / 60	s / 60
	in/s	127 / 5	127 / 5'000	360 · s	s	1
	in/min.	127 / 300	127 / 300'000	6 · s	s / 60	1 / 60

Jetzt kann f berechnet werden, der Geschwindigkeitskoeffizient (auch FEEDK genannt):

$$f \leftarrow \frac{s \cdot r_v}{1000}$$

Berechnung des Teilers (auch genannt DIV):
(für eine getaktete Frequenz von $2 \cdot 8.2944$

$$d \leftarrow \text{Arrondi} \left(\frac{134'831'709}{f \cdot v \cdot 2^{13}} \right) \text{ MHz}$$

Es wird der Faktor k (auch KMUL genannt) ermittelt:

$$k \leftarrow s \cdot d$$

Wenn der E700 selbst die Leitachse festlegt, wählt er die Achse, welche den größten Faktor k als absoluten Wert besitzt.

Einzelheiten der Konstante in der Berechnung von d (DIV):

$$\frac{1000 \cdot 8.2944 \cdot 2}{2^{15}} \cdot \frac{255}{256} \cdot 7F7Fh = \frac{16'588.8 \cdot 255 \cdot 32'639}{2^{23}} = \frac{134'831'709}{2^{13}}$$

Geschwindigkeit der Beweuna
Potentiometer am Anschlag!
Maximale Geschwindigkeit des Algorithmus

Im Fall von E600: 8.2944 · 2 ersetzen durch 12
 Im Fall von E300: 8.2944 · 2 ersetzen durch 16
 Im Fall von E100: 8.2944 · 2 ersetzen durch 18.432

Beispiel:

X: Längsachse	<i>p</i> :	Anzahl von Schritten pro Umdrehung	8192
	<i>u_j</i> :	Längseinheiten	mm
	<i>r_m</i> :	Mechanisches Verhältnis	4
	<i>u_v</i> :	Geschwindigkeitseinheiten	mm/min.
	<i>v</i> :	Eilgang (schnell oder G00)	8000

C: Drehachse	<i>p</i> :	Anzahl von Schritten pro Umdrehung	2000
	<i>u_j</i> :	Längseinheiten	Grad
	<i>r_m</i> :	Mechanisches Verhältnis	0.225
	<i>u_v</i> :	Geschwindigkeitseinheiten	Grad/s
	<i>v</i> :	Eilgang (schnell oder G00)	50

Für X:

<i>s</i> :	8192 ÷ 4 = 2048
<i>r_v</i> :	1 ÷ 60 = 0.16
<i>f</i> :	2048 · 0.16 ÷ 1000 = 0.03413
<i>d</i> :	gerundet (134831709 ÷ (0.03413 · 8000 · 8192)) = 60
<i>k</i> :	2048 · 60 = 122880 μ-interne Schritte für einen Millimeter

Für C:

<i>s</i> :	$2000 \div 0.225 = 8888.8$
<i>r_v</i> :	1
<i>f</i> :	$8888.8 \cdot 1 \div 1000 = 8.8$
<i>d</i> :	gerundet $(134831709 \div (8.8 \cdot 50 \cdot 8192)) = 37$
<i>k</i> :	$8888.8 \cdot 37 = \mathbf{328888.8}$ μ -interne Schritte für ein Grad

Die Anzahl von μ -internen Schritten für C ist größer als für X ($328888.8 > 122880$)

Folglich ist C die Leitachse, und die Geschwindigkeitseinheiten bei der Interpolation sind proportional zu denen der Achse C, folglich Grad pro Sekunde.