

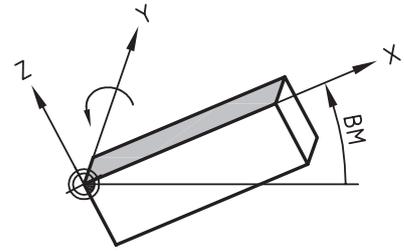
## 1. Programmierenebene

Code Bedeutung

### G17 Ebenenauswahl in der XY-Ebene

### G15 Schwenken mit maschinenfesten Raumwinkeln

AM Drehwinkel um die X-Achse des Maschinenkoordinatensystems  
 BM Drehwinkel um die Y-Achse des Maschinenkoordinatensystems



### G16 Inkrementelle Drehung der aktuellen Bearbeitungsebene

AR Drehung um die X-Achse des aktuellen Werkstückkoordinatensystems  
 BR Drehung um die Y-Achse des aktuellen Werkstückkoordinatensystems  
 CR Drehung um die Z-Achse des aktuellen Werkstückkoordinatensystems

Eine Bearbeitungsebene kann mehrfach inkrementell mit G16 gedreht werden.  
 Ein erneuter G16-Befehl setzt auf der aktuellen Bearbeitungsebene auf.

### G18 Ebenenanwahl 2,5D-Bearbeitung in der XZ-Ebene

### G19 Ebenenanwahl 2,5D-Bearbeitung in der YZ-Ebene

## 2. Wegbedingungen

Code Bedeutung

G0 Verfahren im Eilgang  
 G40 Abwahl der Fräserradiuskorrektur  
 G41/G42 Anwahl der Fräserradiuskorrektur

### G45 Lineares tangenciales An- oder Abfahren an eine Kontur

DL Länge der tangentialen An-/Abfahrbewegung  
 X/XA/XI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle X-Koordinate  
 Y/YA/YI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle Y-Koordinate  
 Z/ZA/ZI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle Z-Koordinate  
 WV Sicherheitsebene absolut G41/G42, Rückzugsebene absolut G40  
 O Zustellbewegung

### G46 Tangenciales An- oder Abfahren an eine Kontur im Viertelkreis

RR Radius des Viertelkreises bezogen auf den Fräsermittelpunkt  
 X/XA/XI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle X-Koordinate  
 Y/YA/YI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle Y-Koordinate  
 Z/ZA/ZI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle Z-Koordinate  
 WV Sicherheitsebene absolut G41/G42, Rückzugsebene absolut G40  
 O Zustellbewegung

### G47 Tangenciales An- oder Abfahren an eine Kontur im Halbkreis

RR Radius des Halbkreises bezogen auf den Fräsermittelpunkt  
 X/XA/XI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle X-Koordinate  
 Y/YA/YI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle Y-Koordinate  
 Z/ZA/ZI Abhängig von G90/G91, absolute/inkrementelle Z-Koordinate  
 WV Sicherheitsebene absolut G41/G42, Rückzugsebene absolut G40  
 O Zustellbewegung

G50 Aufheben von inkrementellen Nullpunktverschiebungen und Drehungen  
 G51 Einstellbare Nullpunkte setzen (zur Übernahme gemessener Nullpunkte)  
 G53 Alle Nullpunktverschiebungen und Drehungen aufheben  
 G54–G57 Einstellbare absolute Nullpunkte  
 G58 Inkrementelle Nullpunktverschiebung polar und Drehung

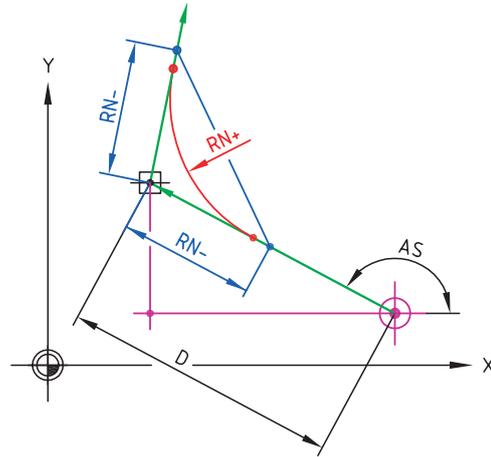
**G59 Nullpunktverschiebung mit absoluten oder inkrementellen Koordinaten/Adresswerten**

- XA/XI Absolute/inkrementelle X-Koordinate der Nullpunktverschiebung
- YA/YI Absolute/inkrementelle Y-Koordinate der Nullpunktverschiebung
- ZA/ZI Absolute/inkrementelle Z-Koordinate der Nullpunktverschiebung
- WA/WI Absolute/inkrementelle Drehung des Koordinatensystems um die Zustellachse der Bearbeitungsebene

- G90 Absolutmaßangabe einschalten
- G91 Kettenmaßangabe einschalten
- G94 Vorschub in Millimeter pro Minute
- G95 Vorschub in Millimeter pro Umdrehung
- G97 Konstante Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ )

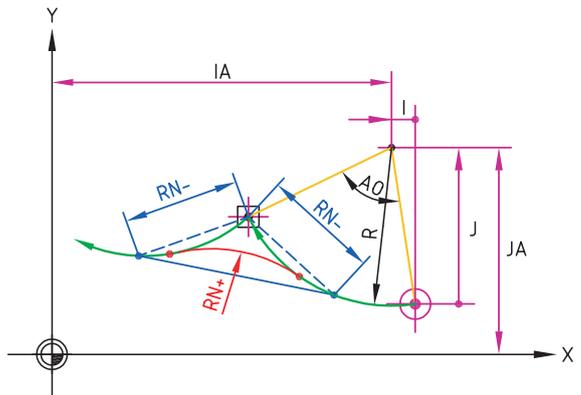
**G1 Linearinterpolation im Arbeitsgang**

- X/Y/Z Koordinateneingabe (gesteuert durch G90/G91)
- XA/YA/ZA Absolutmaße
- XI/YI/ZI Inkrementalmaße
- RN+ Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
- RN- Fasenbreite zum nächsten Konturelement
- D Länge der Verfahrstrecke
- AS Anstiegswinkel der Verfahrstrecke



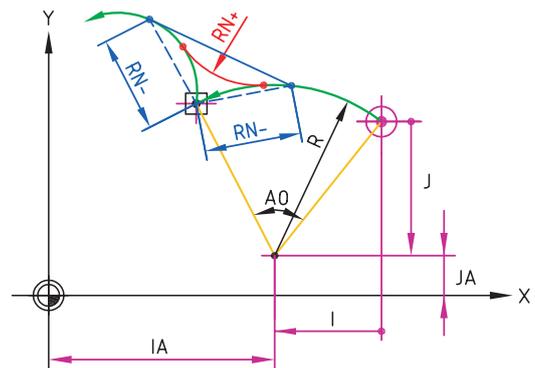
**G2 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn**

- X/Y/Z Koordinateneingabe (gesteuert durch G90/G91)
- XA/YA/ZA Absolutmaße
- XI/YI/ZI Inkrementalmaße
- I/IA X-Mittelpunktcoordinate
- J/JA Y-Mittelpunktcoordinate
- R Radius
- AO Öffnungswinkel
- RN+ Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
- RN- Fasenbreite zum nächsten Konturelement



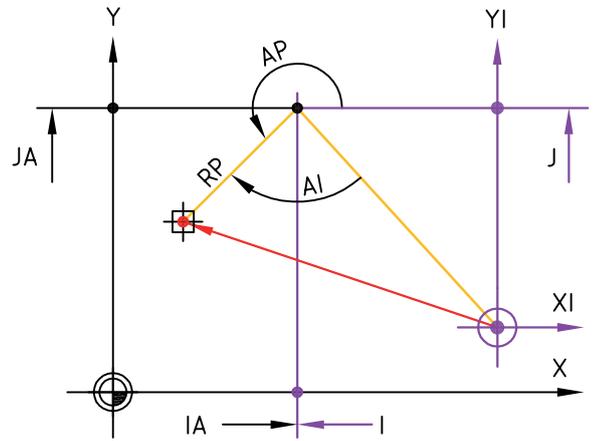
**G3 Kreisinterpolation entgegen dem Uhrzeigersinn**

- X/Y/Z Koordinateneingabe (gesteuert durch G90/G91)
- XA/YA/ZA Absolutmaße
- XI/YI/ZI Inkrementalmaße
- I/IA X-Mittelpunktcoordinate
- J/JA Y-Mittelpunktcoordinate
- R Radius
- AO Öffnungswinkel
- RN+ Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
- RN- Fasenbreite zum nächsten Konturelement



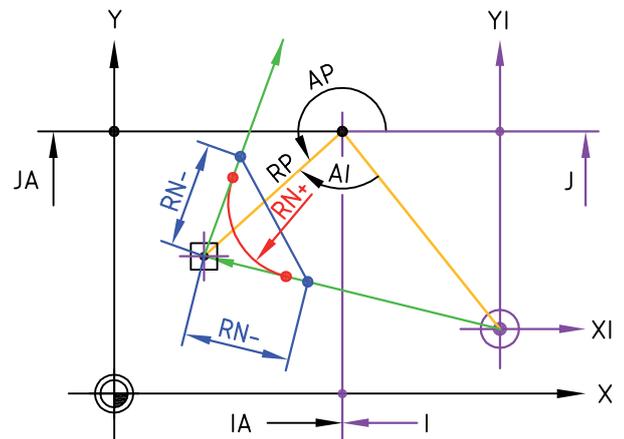
## G10 Verfahren mit Eilgang in Polarkoordinaten

- RP Polarradius
- AP Polarwinkel bezogen auf die positive 1. Geometrieachse (X in G17)
- AI Inkrementeller Polarwinkel bezogen auf den Polarwinkel der aktuellen Werkzeugposition. Diese Adresse ist nur erlaubt, wenn der Pol von der aktuellen Werkzeugposition verschieden ist.
- I Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen Werkzeugposition
- IA X-Polkoordinate absolut in Werkstückkoordinaten
- J Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen Werkzeugposition
- JA Y-Polkoordinate absolut in Werkstückkoordinaten



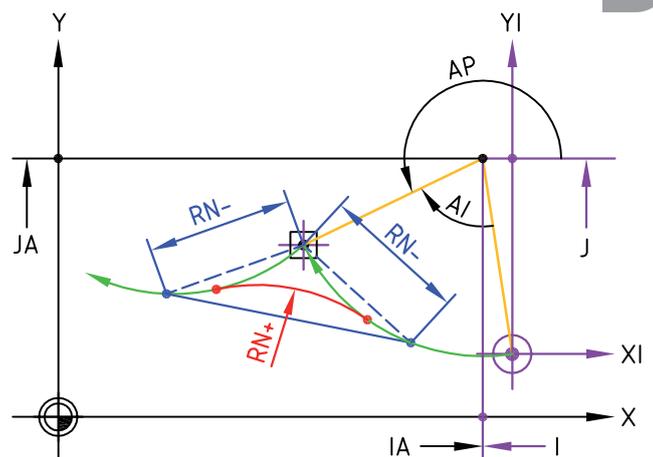
## G11 Linearinterpolation mit Polarkoordinaten

- RP Polarradius
- AP Polarwinkel bezogen auf die positive 1. Geometrieachse (X in G17)
- AI Inkrementeller Polarwinkel bezogen auf den Polarwinkel der aktuellen Werkzeugposition. Diese Adresse ist nur erlaubt, wenn der Pol von der aktuellen Werkzeugposition verschieden ist.
- I Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen Werkzeugposition
- IA X-Polkoordinate absolut in Werkstückkoordinaten
- J Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen Werkzeugposition
- JA Y-Polkoordinate absolut in Werkstückkoordinaten
- RN+ Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
- RN- Fasenbreite zum nächsten Konturelement



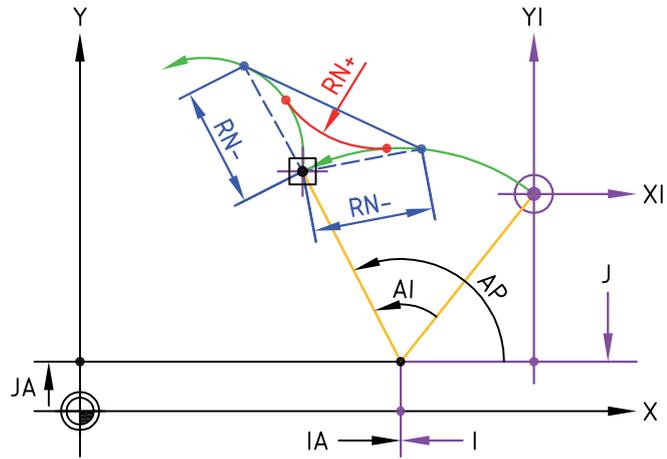
## G12 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn mit Polarkoordinaten

- AP Polarwinkel bezogen auf die positive 1. Geometrieachse (X in G17)
- AI Inkrementeller Polarwinkel bezogen auf den Polarwinkel der aktuellen Werkzeugposition. Diese Adresse ist nur erlaubt, wenn der Pol von der aktuellen Werkzeugposition verschieden ist.
- I Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen Werkzeugposition
- IA X-Polkoordinate absolut in Werkstückkoordinaten
- J Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen Werkzeugposition
- JA Y-Polkoordinate absolut in Werkstückkoordinaten
- RN+ Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
- RN- Fasenbreite zum nächsten Konturelement



### G13 Kreisinterpolation entgegen dem Uhrzeigersinn mit Polarkoordinaten

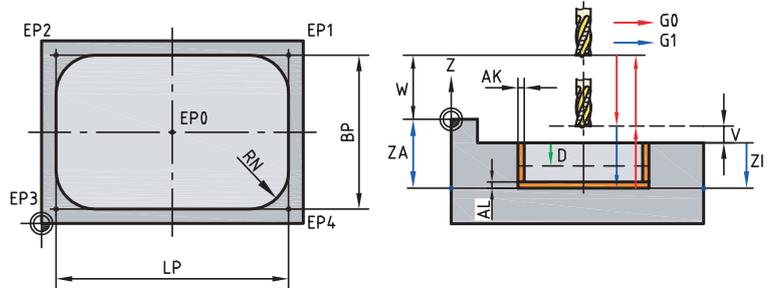
- AP Polarwinkel bezogen auf die positive 1. Geometrieachse (X in G17)
- AI Inkrementeller Polarwinkel bezogen auf den Polarwinkel der aktuellen Werkzeugposition. Diese Adresse ist nur erlaubt, wenn der Pol von der aktuellen Werkzeugposition verschieden ist.
- I Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen Werkzeugposition
- IA X-Polkoordinate absolut in Werkstückkoordinaten
- J Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen Werkzeugposition
- JA Y-Polkoordinate absolut in Werkstückkoordinaten
- RN+ Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
- RN- Fassenbreite zum nächsten Konturelement



## 3. Bearbeitungszyklen

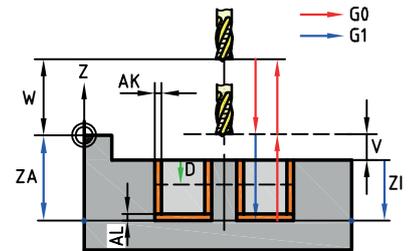
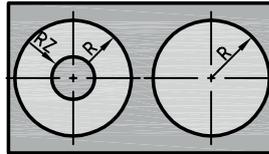
### G72 Rechtecktasche/Rechteckzapfen mit Fasen, Stufen

- ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- LP Länge der Tasche
- BP Breite der Tasche
- D Zustelltiefe
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- RN Eckenradius
- Zapfengeometrie, Setzpunkt und globale Rückzugsebene:
- LZ Länge des zentrisch sitzenden Zapfens
- BZ Breite des zentrisch sitzenden Zapfens
- RZ Verrundungsradius des Zapfens
- HA/HI Absolute oder inkrementelle Zapfenhöhe ( $\leq$  Materialhöhe)
- QM Bearbeitungsauswahl:  
  - QM1 Bearbeiten ohne Stufen
  - QM2 Bearbeiten mit Stufen
  - QM-1 Fasen
- RM Bewegungs-Minimalradius in Prozent des Fräserdurchmessers bei den trochoidalen Schruppbewegungen
- Rand-Stufen:
- BA Stufenbreite
- WA Stufentiefe
- AK Aufmaß der Berandung
- AL Aufmaß des Taschenbodens
- EP Setzpunktfestlegung für den Taschenzyklus
- E Vorschub beim Eintauchen
- H1 Schruppen
- H4 Schlichten (Abfräsen d. Aufmaßes, zuerst Rand, dann Boden)
- H14 Schruppen und anschließendes Schlichten (gleiches Werkzeug)
- W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



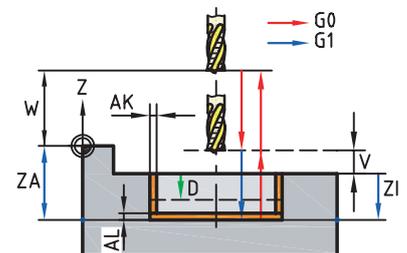
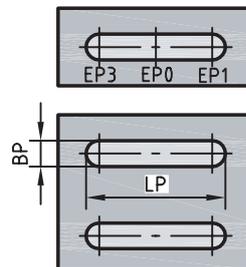
## G73 Kreistaschen- und Zapfenfräszyklus mit Fasen, Stufen

ZA	Tiefe absolut in der Zustellachse
ZI	Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
R	Radius der Kreistasche
D	Zustelltiefe
V	Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
RZ	Radius des optionalen Zapfens
HA/HI	Absolute oder inkrementelle Zapfenhöhe ( $\leq$ Materialhöhe)
QM	Bearbeitungsauswahl: QM1 Bearbeiten ohne Stufen QM2 Bearbeiten mit Stufen QM-1 Fasen
RM	Bewegungs-Minimalradius in Prozent des Fräserdurchmessers bei den trochoidalen Schruppbewegungen Rand-Stufen:
BA	Stufenbreite
WA	Stufentiefe
AK	Aufmaß der Berandung
AL	Aufmaß des Taschenbodens
E	Vorschub beim Eintauchen
H1	Schruppen
H4	Schlichten (Abfräsen d. Aufmaßes, zuerst Rand, dann Boden)
H14	Schruppen und anschließendes Schlichten (gleiches Werkzeug)
W	Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



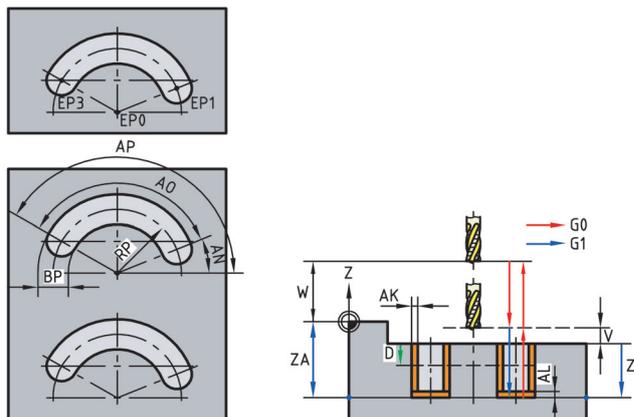
## G74 Nutenfräszyklus mit Fasen, Stufen

ZA	Tiefe absolut in der Zustellachse
ZI	Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
LP	Länge der Nut
BP	Breite der Nut
D	Zustelltiefe
V	Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
QM	Bearbeitungsauswahl: QM1 Bearbeiten ohne Stufen QM2 Bearbeiten mit Stufen QM-1 Fasen
RM	Bewegungs-Minimalradius in Prozent des Fräserdurchmessers bei den trochoidalen Schruppbewegungen Rand-Stufen:
BA	Stufenbreite
WA	Stufentiefe
EP	Setzpunktfestlegung
AK	Aufmaß der Berandung
AL	Aufmaß des Taschenbodens
E	Vorschub beim Eintauchen
H1	Schruppen
H4	Schlichten (Abfräsen d. Aufmaße in einem Arbeitsgang)
H14	Schruppen und anschließendes Schlichten (gleiches Werkzeug)
W	Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



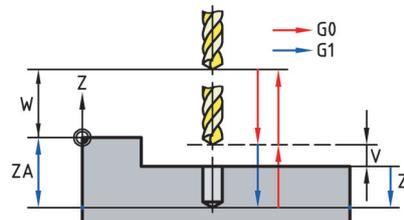
## G75 Kreisbogennut-Fräszyklus mit Fasen, Stufen

ZA	Tiefe absolut in der Zustellachse
ZI	Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
BP	Breite der Nut
RP	Radius der Nut
AN	Polarer Startwinkel
AO	Polarer Öffnungswinkel
AP	Polarer Endwinkel des Nutenkreismittelpunkts
D	Zustelltiefe
V	Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
QM	Bearbeitungsauswahl: QM1 Bearbeiten ohne Stufen QM2 Bearbeiten mit Stufen QM-1 Fasen
RM	Bewegungs-Minimalradius in Prozent des Fräserdurchmessers bei den trochoidalen Schruppbewegungen Rand-Stufen:
BA	Stufenbreite
WA	Stufentiefe
EP	Setzpunktfestlegung
AK	Aufmaß der Berandung
AL	Aufmaß des Nutbodens
E	Vorschub beim Eintauchen
H1	Schruppen
H4	Schichten (Abfräsen d. Aufmaße in einem Arbeitsgang)
H14	Schruppen und anschließendes Schichten (gleiches Werkzeug)
W	Höhe der Rückzugebene absolut in Werkstückkoordinaten



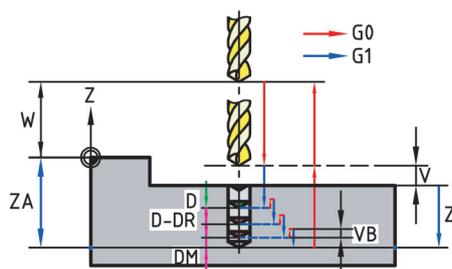
## G81 Bohrzyklus

ZA	Tiefe absolut
ZI	Inkrementell ab Materialoberfläche
V	Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
W	Höhe der Rückzugebene absolut in Werkstückkoordinaten



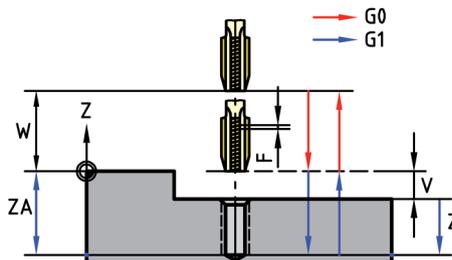
## G82 Tiefbohrzyklus mit Spanbruch

ZA	Tiefe absolut
ZI	Inkrementell ab Materialoberfläche
D	Zustelltiefe
V	Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
E	Anbohrvorschub
W	Höhe der Rückzugebene absolut in Werkstückkoordinaten



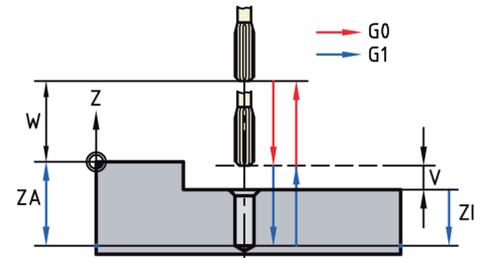
## G84 Gewindebohrzyklus

ZA	Tiefe absolut
ZI	Inkrementell ab Materialoberfläche
F	Gewindesteigung (mm/U)
M	Drehrichtung
V	Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
W	Höhe der Rückzugebene absolut in Werkstückkoordinaten



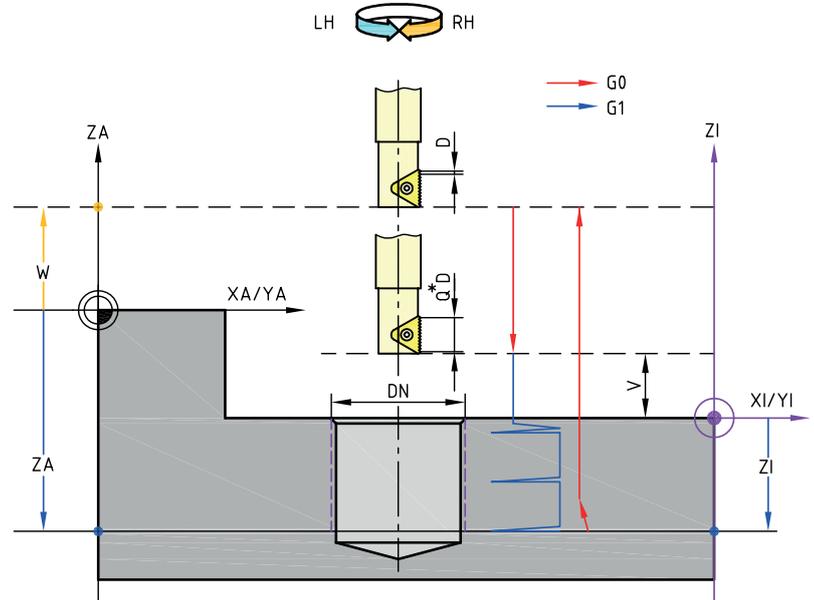
## G85 Reibzyklus

- ZA Tiefe absolut
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- E Rückzugsvorschub (mm/min)
- W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



## G88 Innengewindefräszzyklus

- ZA Tiefe absolut
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche
- DN Nenndurchmesser des Innengewindes
- D Gewindesteigung (Zustellung pro Helixumdrehung):
  - D+ Bearbeitung von oben nach unten
  - D- Bearbeitung von unten nach oben
- Q Gewinderillenzahl des Werkzeugs
- BG Bewegungsrichtung des Fräasers:
  - BG2 Bearbeitungsrichtung im Uhrzeigersinn
  - BG3 Bearbeitungsrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn
- V Sicherheitsebene von der Materialoberfläche aus
- W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



## G22 Unterprogrammaufruf

- L Nummer des Unterprogramms
- H Anzahl der Wiederholungen
- N Startsatzznummer im Unterprogramm
- N Endsatzznummer im Unterprogramm

```

N20 .....
N21 G95 F0.1
N22 G0 X...Y...Z...
N23 G1 X...
N24 G1 Z...RN...
N25 G1 X...
N26 G22 L15
N27 G40
N28 G1 X...Y...
N29 .....
N30 .....
    
```

```

L15
N1 G1 X...Y...
N2 G1 X...
N3 G2 X...Y...
N4 G1 X...
N5 G1 Z...
N6 M17
    
```

## G23 Programmteilwiederholung

- N Startsatzznummer
- N Endsatzznummer
- H Anzahl der Wiederholungen

```

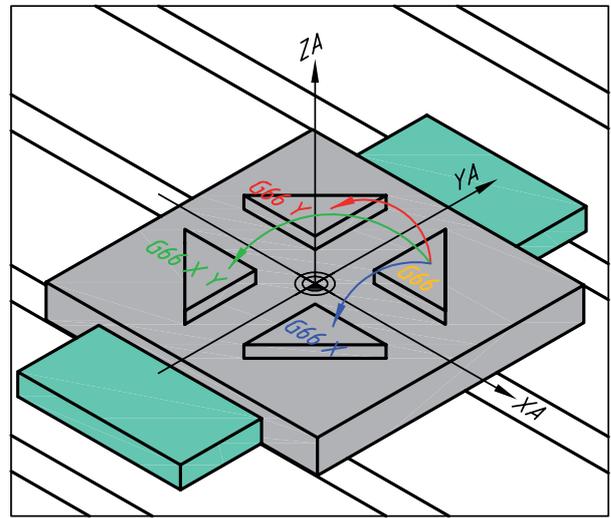
N20 .....
N21 G95 F0.1
N22 G91
N23 G1 X...
N24 G1 X...Y...RN...
N25 G1 X...Y...
N26 G1 Y...
N27 G1 X...
N28 G2 X...Y...R...
N29 G1 X...
N30 G90
N31 G1 X...Y...Z...
N32 G23 N22 N30 H1
    
```

## G66 Spiegeln an der X- und/oder Y-Achse – Spiegelung aufheben

- X Spiegeln an der X-Achse,  
X ohne Adresswert
- Y Spiegeln an der Y-Achse,  
Y ohne Adresswert

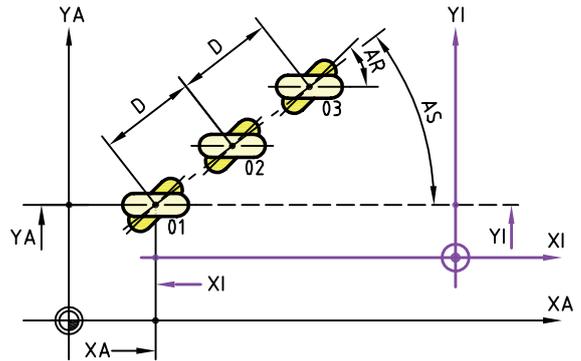
### Keine Adresse:

Die Spiegelungen werden aufgehoben



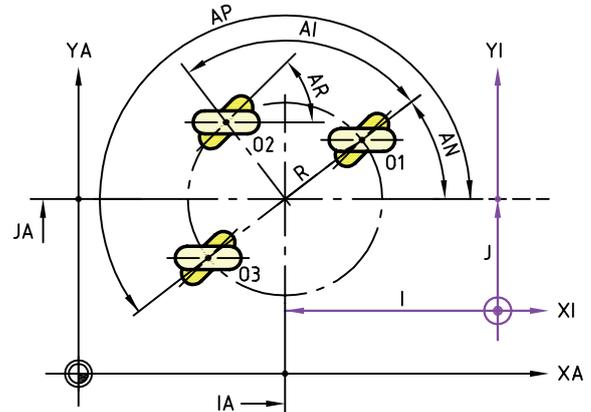
## G76 Mehrfachzyklus auf einer Geraden (Lochreihe), Rahmen oder Gitter

- AS Winkel der Zyklusaufufrichtung
- AR Drehwinkel
- D Abstand der Zyklusaufufrufe
- O Anzahl der Zyklusaufufrufe
- X/XA/XI X-Koordinate des ersten Punkts
- Y/YA/YI Y-Koordinate des ersten Punkts
- Z/ZA/ZI Materialoberfläche in der Zustellachse
- Q Gerade oder Rahmen oder Gitter  
Q0 Gerade Q1 Rahmen Q2 Gitter
- DI Abstand der Zyklusaufufrufe auf der zweiten Geradenrichtung
- AI Inkrementeller Winkel der zweiten Rahmen-/Gitterrichtung bezüglich der Richtung AS der ersten Richtung der Zykluswiederholungen
- OI Anzahl der Aufrufpositionen in Richtung AI (Zeilenanzahl der Gittermatrix)



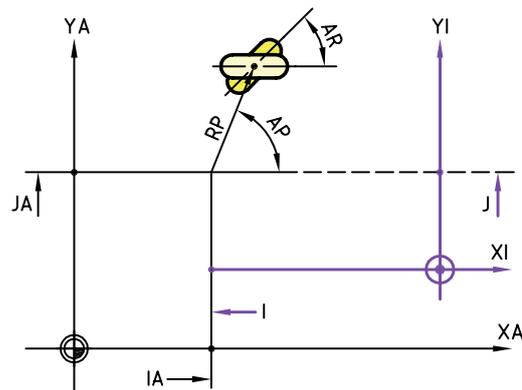
## G77 Mehrfachzyklusaufufruf auf einem Teilkreis (Lochkreis) oder mehreren konzentrischen Teilkreisen

- R Radius des Lochkreises
- AN Polarwinkel der ersten Zyklusaufufrufposition
- AI Inkrementwinkel
- AP Polarwinkel der letzten Zyklusaufufrufposition
- AR Drehwinkel
- Q1 Orientierung der zu bearbeitenden Zyklusgeometrie
- O Anzahl der Objekte
- I/IA X-Mittelpunktcoordinate
- J/JA Y-Mittelpunktcoordinate
- Z/ZA/ZI Materialoberfläche in der Zustellachse
- H Rückfahrposition
- H1 Sicherheitsebene wird zwischen zwei Positionen angefahren und Rückzugsebene nach der letzten Position
- H2 Die Rückzugsebene wird zwischen zwei Positionen angefahren
- H3 Es wird wie bei H1 angefahren, jedoch wird die nächste Position nicht linear, sondern im Teilkreis angefahren
- RI Radiusinkrement für konzentrische Teilkreise (positiv oder negativ)
- OI Anzahl der konzentrischen Teilkreise



## G78 Zyklusaufufruf an einem Punkt (Polarkoordinaten)

- I/IA X-Koordinate des Polarzentrums
- J/JA Y-Koordinate des Polarzentrums
- RP Polarradius
- AP Polarwinkel
- Z/ZA/ZI Materialoberfläche in der Zustellachse





### **G39 Aufruf/Abschluss Konturtaschenzyklus**

ZA	Tiefe absolut
ZI	Inkrementell ab Materialoberfläche
V	Abstand Sicherheitsebene von der Materialoberfläche

### **G49 Konturfräsen (Beschreibung für G17)**

G	G41/G42/G40 Radiuskompensationsanwahl
ZA/ZI	Tiefe der Bahn
ZM	Materialoberfläche absolut
D	Maximale Zustelltiefe, Zustelltiefenfolge mit DE und DS
V	Sicherheitsabstand von der Materialoberfläche

## **4. Zusatzfunktionen**

M0	Programmierter Halt
M3	Spindel dreht im Uhrzeigersinn (CW)
M4	Spindel dreht im Gegenuhrzeigersinn (CCW)
M5	Spindel ausschalten
M6	Werkzeugwechsel
M8	Kühlschmiermittel ein
M9	Kühlschmiermittel aus
M13	Spindeldrehung rechts und Kühlmittel ein
M14	Spindeldrehung links und Kühlmittel ein
M15	Spindel aus, Kühlmittel aus
M17	Unterprogrammende
M30	Programmende mit Rücksetzung auf Programmanfang
M60	Konstanter Vorschub

### **T Werkzeugnummer im Magazin**

TC	Korrekturwertspeichernummer
TR	Inkrementelle Veränderung des Werkzeugradiuswerts
TL	Inkrementelle Veränderung der Werkzeuglänge

Die aktuellen Adresswerte von TC, TR und TL werden bei einem Werkzeugwechsel oder bei der Programmierung einer Korrekturwertspeichernummer auf die Werte der Voreinstellung zurückgesetzt, falls sie nicht zusammen mit T oder TC neu programmiert werden.

### **Einschaltzustand beim Start eines CNC-Programms**

**G17, G90, G53, G71, G40, G1, G97, G94      M5, M9, M60      F0.0 E0.0 S0**

Die modifizierten Zyklen bezüglich Industrie 4.0 können im schriftlichen Teil im Projekt 3 (gebundene und ungebundene Aufgaben) berücksichtigt werden.  
(Automatisierung des Werkstückflusses, automatischer Werkzeugtausch gesteuert durch Werkzeugverschleißkorrekturen, Schnittstellen mit werkzeugspezifischen Fertigungsdaten für die Fertigungssteuerung, In-Prozess-Messen zur automatischen Qualitätskontrolle)

Weitere Infos finden Sie unter: <https://www.stuttgart.ihk24.de/pal>