



**Abschlussprüfung Teil 2**  
**Zerspanungsmechaniker/-in**

Berufs-Nr.  
**4 0 6 0**

**Schriftliche Prüfung**  
**Fertigungstechnik**  
**Hinweise für den Prüfling**  
**Strukturänderung**

4060 K4

## Prüfungsaufgabensatz

Der Prüfungsaufgabensatz für die **Fertigungstechnik** besteht aus folgenden Unterlagen:

- Anlage(n): A3-Zeichnung „CNC-Drehteil“, Blatt 1(2) grün  
A3-Zeichnung „CNC-Frästeil“, Blatt 2(2) grün
- Fertigungstechnik Teil A grün
- Fertigungstechnik Teil B  
– Projekt 1: „CNC-Drehteil“ grün  
Anlage(n): Programmieranleitung Drehen weiß  
– Projekt 2: „CNC-Frästeil“ grün  
Anlage(n): Programmieranleitung Fräsen weiß
- Markierungsbogen Teil A grüner Rahmen

**Tragen Sie Ihre gewählte Projektnummer „01“ oder „02“ in den Markierungsbogen ein.**

**Markierungsbogen**  
Prüfungsart und -termin

Kammer-Nr. 66 67 68 69 70 71 72 73  
Prüfungsnummer 74 75 76 77 78  
Berufs-Nr. + 1

Vor- und Familienname und Ausbildungsbetrieb

Ausbildungsberuf

Prüfungsbereich

Bitte die Arbeitshinweise im Aufgabenheft beachten!

Bitte die Projektnummer eintragen! → Projekt-Nr. 139 140

1	A	2	A	3	A	4	A	5	A	6	A	7	A	8	A	9	A	10	A	11	A	12	A
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

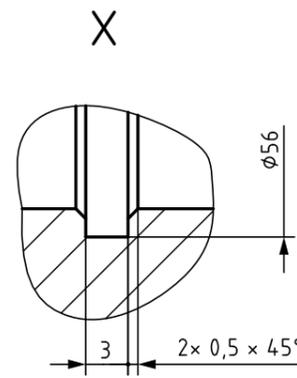
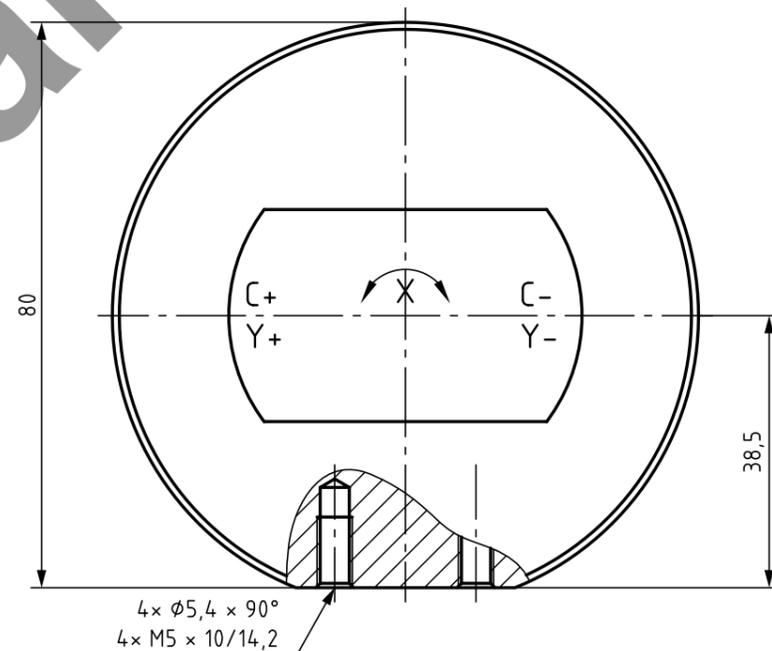
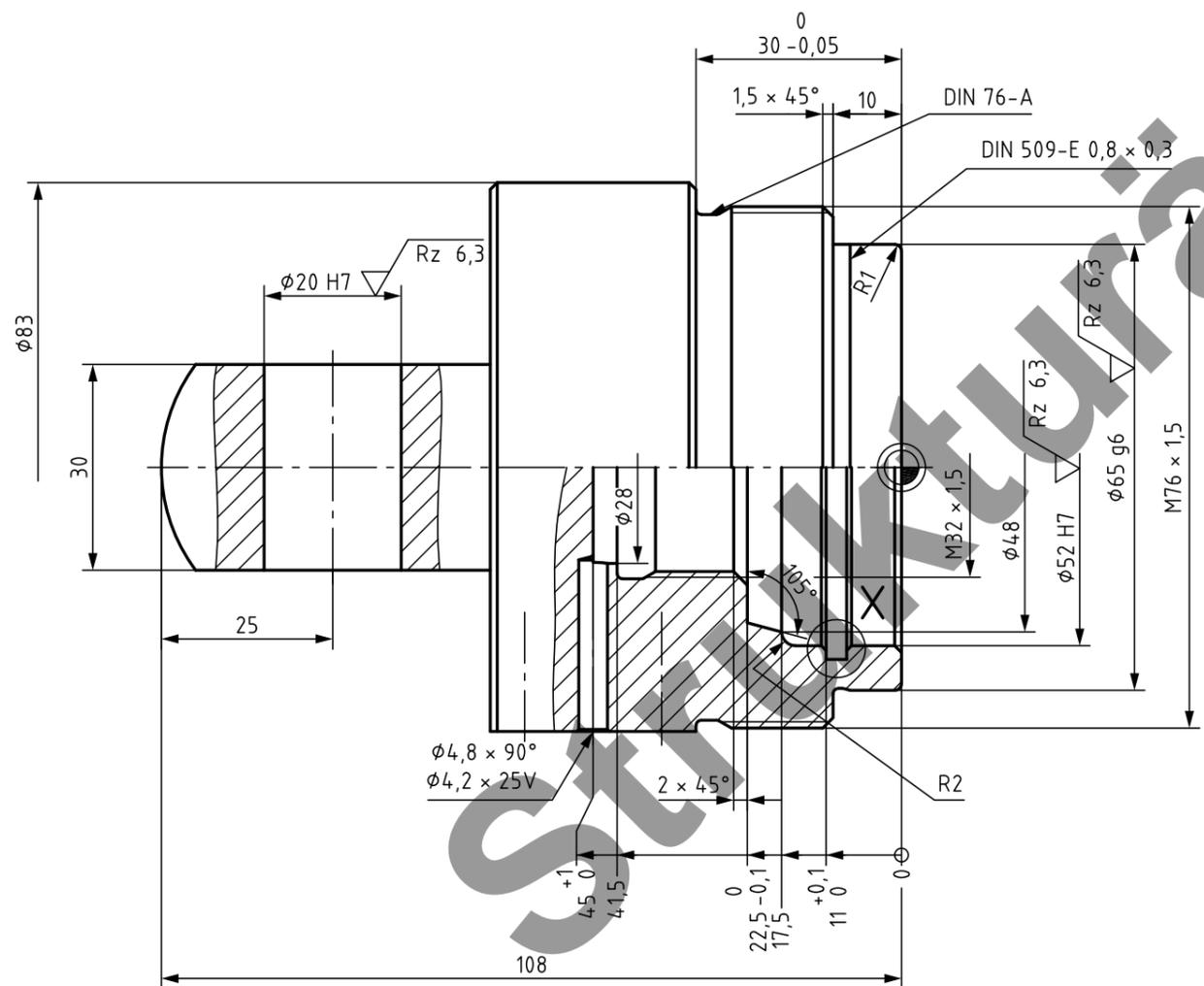
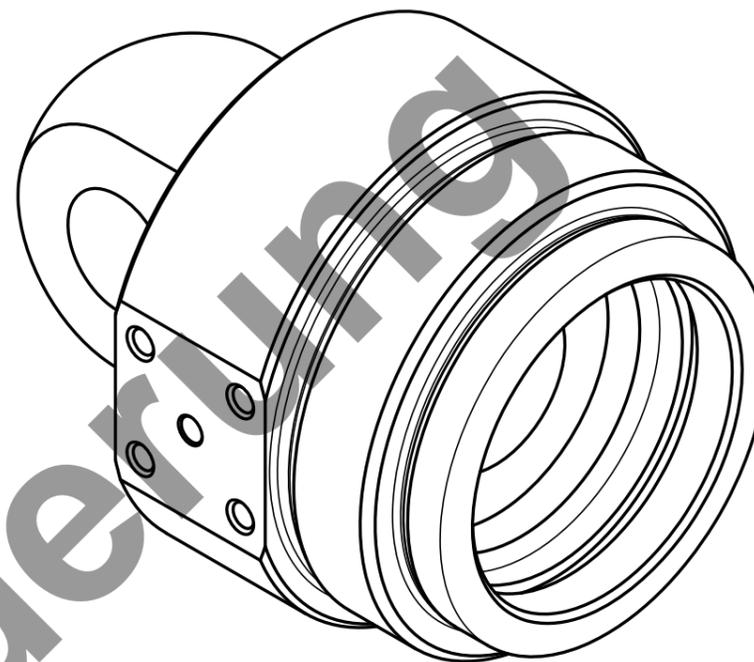
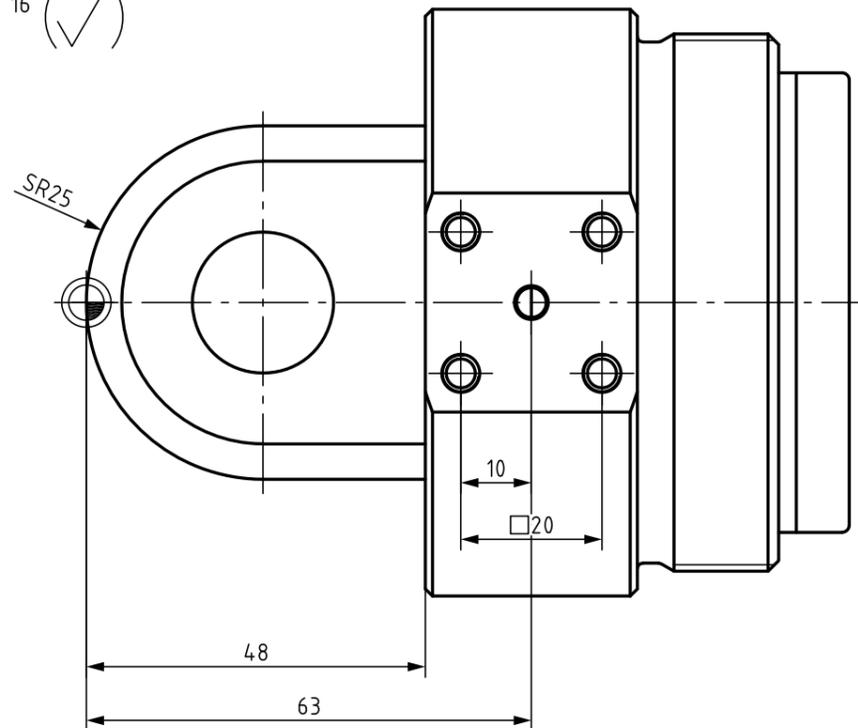
### Fertigungstechnik – Bitte beachten!

Teil A muss vollständig bearbeitet werden.

Bitte wählen Sie im Teil B aus den Projekten „CNC-Drehteil“ und „CNC-Frästeil“ ein Projekt aus und bearbeiten Sie es vollständig.

Am Ende der Vorgabezeit von 105 min müssen Sie alle Aufgabenhefte und Anlagen des Prüfungsbereichs Fertigungstechnik der Prüfungsaufsicht übergeben.

$\sqrt{Rz\ 16}$  (✓)



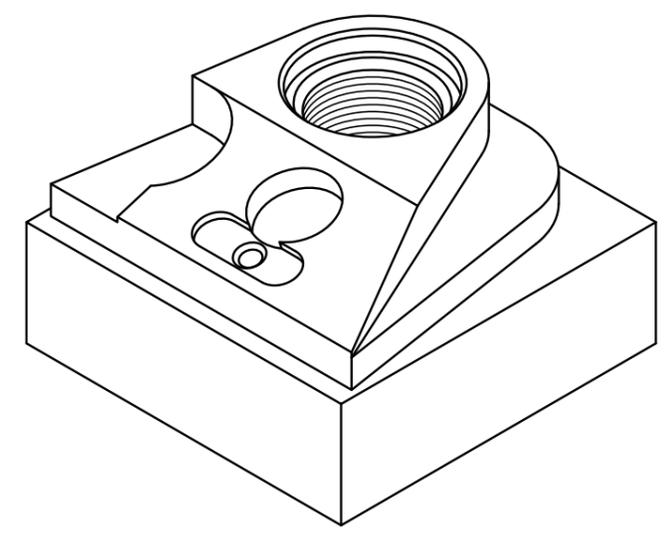
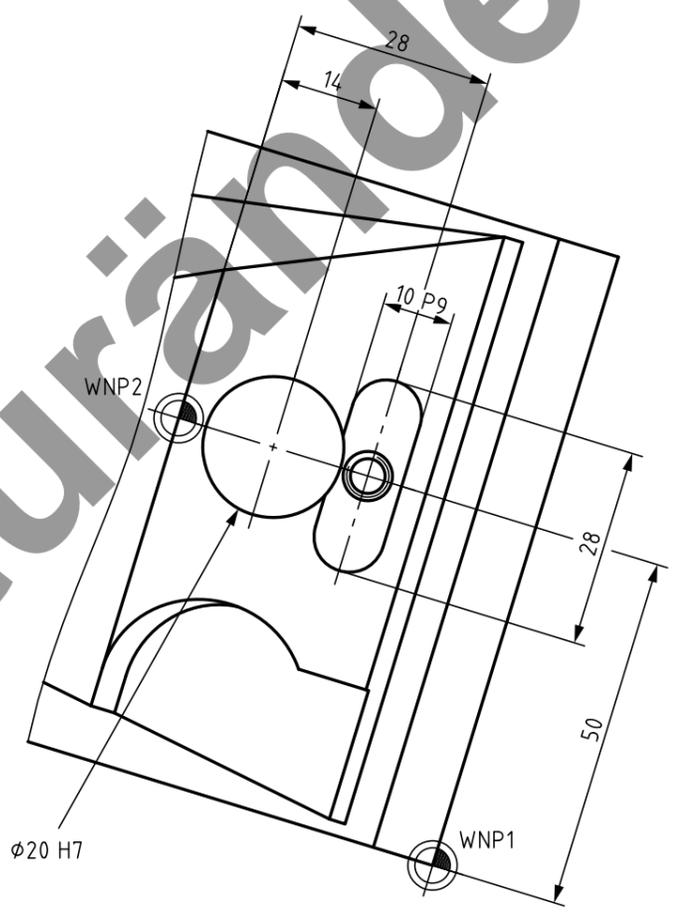
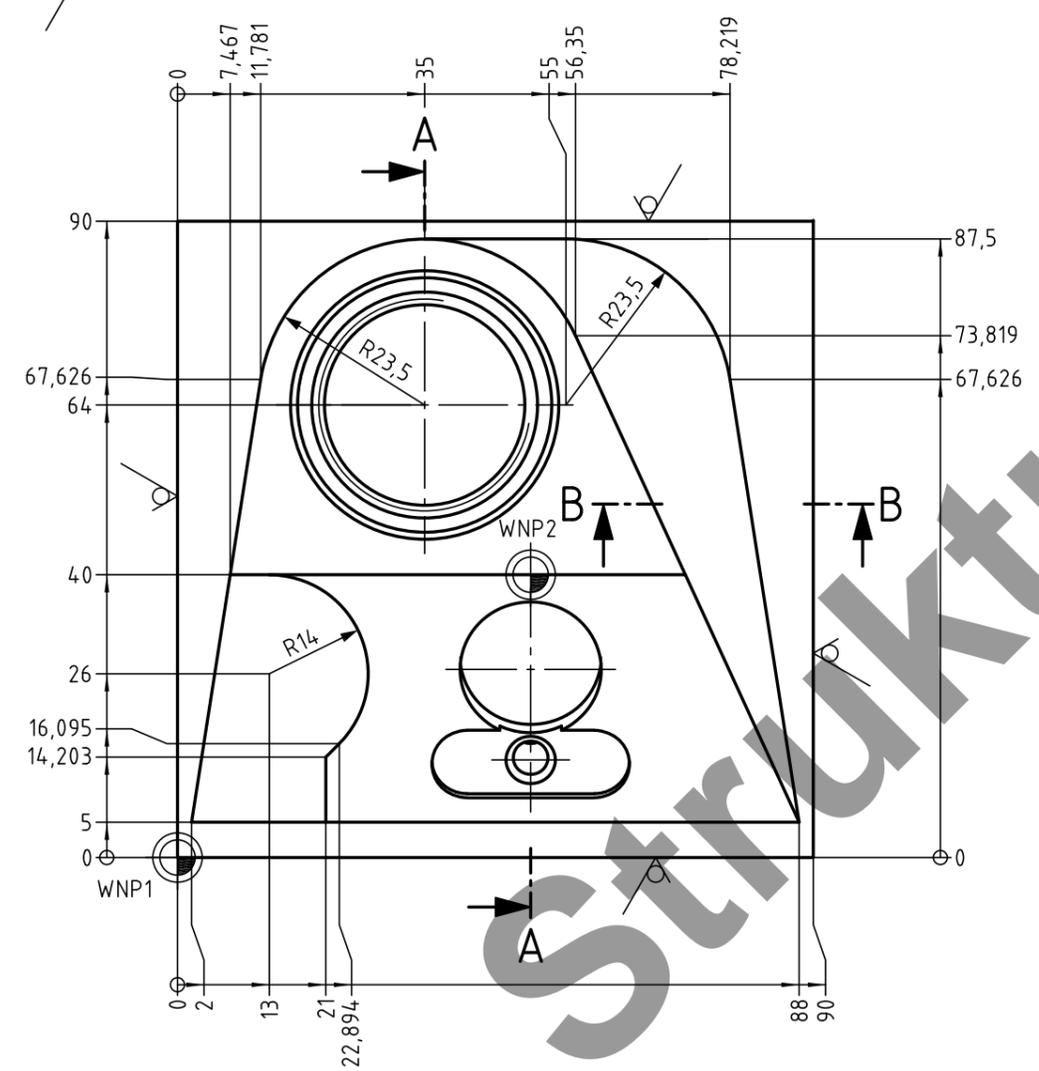
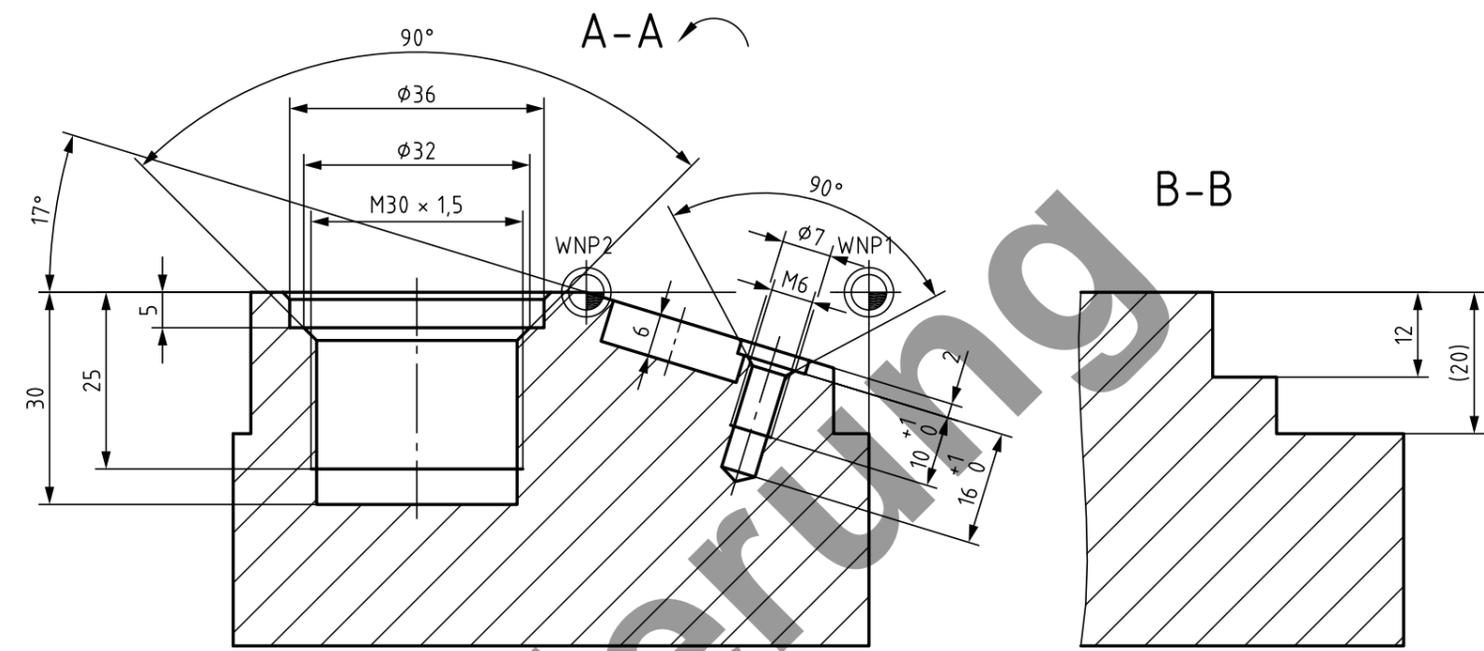
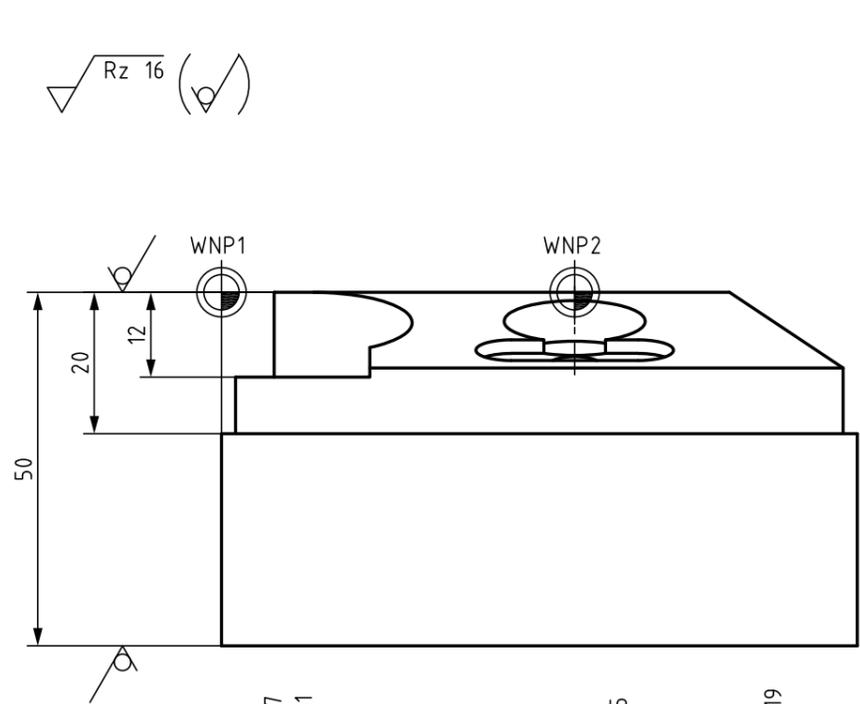
Prüflings-Nr.  
| | | | |

Vor- und Familienname

alle nicht bemaßte Fasen 1 x 45°

Bitte beachten: Zeichnung ist nicht maßstäblich

1	1	Drehteil		EN AW-ALMgSiPb	Rd 85 x 112 DIN EN 754
Pos.-Nr.	Stück	Benennung	Normblatt	Werkstoff	Halbzeug (nach Materialbereitstellungsliste)
		IHK Abschlussprüfung Teil 2			
		Maßstab	Zerspanungsmechaniker/-in		Blatt : 1(2)
		Allgemein-toleranz ISO 2768-mK	Fertigungstechnik Teil A und B		

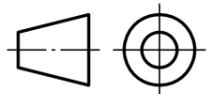


Prüflings-Nr.  
| | | | |

Vor- und Familienname  
| | | | |

nicht bemaßte Fasen  $1 \times 45^\circ$

Bitte beachten: Zeichnung ist nicht maßstäblich

1	1	Frästeil		S235JR+C	4kt 90x 50 EN 10278
Pos.-Nr.	Stück	Benennung	Normblatt	Werkstoff	Halbzeug (nach Materialbereitstellungsliste)
 IHK Abschlussprüfung Teil 2			Maßstab ———— Allgmein- toleranz ISO 2768-mK		
Zerspanungsmechaniker/-in Fertigungstechnik Teil A und B				Blatt : 2(2)	



## Abschlussprüfung Teil 2

### Zerspanungsmechaniker/-in

Berufs-Nr.  
**4060**

**Schriftliche Prüfung**

**Fertigungstechnik  
Teil A**

**Strukturänderung**

4060 K4

Vorgabezeit: Insgesamt 105 min für Teil A und Teil B-1 sowie Teil B-2  
 Hilfsmittel: Formelsammlungen, Tabellenbücher, Wörterbücher Englisch-Deutsch/Deutsch-Englisch, Zeichenwerkzeuge und nicht programmierter, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten

Teil B-2 mit 4 ungebundenen Aufgaben (die Sie mit Ihren eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantworten müssen)  
**Sehr geehrter Prüfling,**

bevor Sie mit der Bearbeitung der Aufgaben beginnen, lesen Sie bitte **sorgfältig** die folgenden Hinweise.

## 1 Allgemeines

Der Aufgabensatz für den Prüfungsbereich **Fertigungstechnik** besteht aus:

- Teil A mit 28 gebundenen Aufgaben (also mit vorgegebenen Auswahlantworten)
- Teil B-1 und Teil B-2 mit Projekt 1 „CNC-Drehteil“ **oder** Projekt 2 „CNC-Frästeil“, jeweils mit einem CNC-Programm und 4 ungebundenen Aufgaben (die Sie mit Ihren eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantworten müssen)
- Anlage(n): 2 Blatt im Format A3 für Teil A und Teil B, Programmieranleitung PAL-CNC-Drehmaschine, Programmieranleitung PAL-CNC-Fräsmaschine
- Markierungsbogen (grüner Rahmen)

Für die Ermittlung Ihrer Prüfungsleistungen werden der Markierungsbogen von Teil A, das Aufgabenheft Teil B und gegebenenfalls die Anlage(n) zugrunde gelegt.

Am Ende der Vorgabezeit von 105 min müssen Sie den Aufgabensatz der Prüfungsaufsicht übergeben.

Bei zeichnerischen Darstellungen gilt die Projektionsmethode 1 (  ).

## 2 Hinweise für Teil A (dieses Heft)

Tragen Sie bitte vor Beginn der Bearbeitung der Aufgaben in den Kopf des **Markierungsbogens** und gegebenenfalls auf der/ den **Anlage(n)** die dort geforderten Angaben ein. Sind diese Angaben bereits eingetragen, prüfen Sie diese auf Richtigkeit.

- Prüfungsart und Prüfungstermin
- Die Nummer Ihrer Industrie- und Handelskammer, falls bekannt
- Die Ihnen mit der Einladung zur Prüfung mitgeteilte Prüfungsnummer
- Die auf der Titelseite dieses Aufgabenhefts aufgedruckte Berufsnummer
- Ihren Vor- und Familiennamen und den Ausbildungsbetrieb
- Ihren Ausbildungsberuf
- Prüfungsfach/-bereich „Fertigungstechnik“
- Projekt-Nr. „01“ oder „02“

**Prüfen Sie danach, ob dieses Heft 28 Aufgaben und 2 Anlage(n) enthält.** Informieren Sie bei Unstimmigkeiten **sofort** die Prüfungsaufsicht. **Reklamationen nach dem Schluss der Prüfung werden nicht anerkannt.**

Bei den Aufgaben in diesem Heft ist jeweils nur **eine** der 5 Auswahlantworten **richtig**. Sie dürfen deshalb nur **eine** ankreuzen. Kreuzen Sie mehr als eine oder keine Auswahlantwort an, gilt die Aufgabe als **nicht gelöst**.

Lesen Sie die Aufgabenstellung und die Auswahlantworten sorgfältig durch. Kreuzen Sie erst dann im Markierungsbogen die Ihrer Meinung nach richtige Auswahlantwort an (siehe Abb. 1, Aufgabe 1). Verwenden Sie hierfür unbedingt einen dunklen Kugelschreiber oder Faserstift, damit Ihre Kreuze eindeutig erkennbar sind.

Sollten Sie ein Kreuz in ein falsches Feld gesetzt haben, machen Sie dieses unkenntlich und setzen Sie ein neues Kreuz an die richtige Stelle (siehe Abb. 1, Aufgabe 2).

Sollten Sie ein bereits unkenntlich gemachtes Feld verwenden wollen, setzen Sie Ihr Kreuz rechts neben das Feld in die weiße Spalte (siehe Abb. 1, Aufgabe 3).

Von den 28 Aufgaben müssen Sie nur 25 bearbeiten. Entscheiden Sie, welche 3 Aufgaben Sie nicht lösen wollen, und kreuzen Sie bei diesen jeweils das Feld **A** im Markierungsbogen an (siehe Abb. 1, Aufgabe 4).

Wenn Sie bei keiner Aufgabe das Feld **A** ankreuzen, werden die letzten 3 abwählbaren Aufgaben nicht gewertet. Nicht bearbeitete Aufgaben gelten als nicht gelöst (siehe Abb. 1, Aufgabe 13).

Sollten Sie eine bereits abgewählte Aufgabe doch lösen wollen, setzen Sie Ihr Kreuz und machen Sie Feld **A** unkenntlich (siehe Abb. 1, Aufgabe 14).

Möchten Sie eine Aufgabe abwählen, die Sie bereits angekreuzt haben, machen Sie das Feld unkenntlich und kreuzen Sie das Feld **A** dieser Aufgabe an (siehe Abb. 1, Aufgabe 15).

**8 der 28 Aufgaben dürfen Sie nicht abwählen.** Diese Aufgaben sind im Heft wie im nebenstehenden Beispiel kenntlich gemacht.

1	A	2	A	3	A	4	X
1	1	X	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
X	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	X	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
13	A	14	X	15	X	16	A
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	X	2
3	3	X	3	3	3	3	3
4	4	4	4	X	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5

Abb. 1

**2**

**nicht abwählbar!**

# Ihre Industrie- und Handelskammer wünscht Ihnen viel Erfolg!

Dieser Prüfungsaufgabensatz wurde von einem überregionalen nach § 40 Abs. 2 BBiG zusammengesetzten Ausschuss beschlossen. Er wurde für die Prüfungsabwicklung und -abnahme im Rahmen der Ausbildungsprüfungen entwickelt. Weder der Prüfungsaufgabensatz noch darauf basierende Produkte sind für den freien Wirtschaftsverkehr bestimmt.

Beispielhafte Hinweise auf bestimmte Produkte erfolgen ausschließlich zum Veranschaulichen der Produkthanforderung beziehungsweise zum Verständnis der jeweiligen Prüfungsaufgabe. Diese Hinweise haben keinen bindenden Produktcharakter.

**Muster eines Markierungsbogens**

**Bitte prüfen Sie die Daten oder tragen Sie ein:**

**Markierungsbogen**  
 Prüfungsart und -termin

Kammer-Nr.    Prüfungsnummer    Berufs-Nr.    \*

Vor- und Familienname und Ausbildungsbetrieb

Ausbildungsberuf

Prüfungsbereich

Bitte die Arbeitshinweise im Aufgabenheft beachten!

Bitte die Projekt-nummer eintragen!

139 140

1	A	2	A	3	A	4	A	5	A	6	A	7	■	8	■	9	■	10	A	11	A	12	■
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	A	14	A	15	A	16	A	17	A	18	A	19	A	20	A	21	A	22	A	23	A	24	A
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

- Ihre Berufsnummer
- Ihre Prüfungsnummer
- Die Nummer Ihrer IHK, falls bekannt
- Prüfungsart und -termin
- Ihren Vor- und Familiennamen sowie Ihren Ausbildungsbetrieb
- Ihren Ausbildungsberuf
- Hier „01“ oder „02“
- Hier „Fertigungstechnik“
- Kreuzen Sie bei den 3 abgewählten Aufgaben Feld **A** an
- Bearbeitungsbeispiele für korrekte Einträge:
  - bearbeitete Aufgabe
  - bearbeitete Aufgabe mit geänderter Lösung
  - abgewählte Aufgabe
  - bearbeitete Aufgabe, die doch abgewählt wurde
  - abgewählte Aufgabe, die doch gelöst wurde

**Bitte beachten Sie:**

Die Aufgaben beziehen sich größtenteils auf die abgebildeten Werkstücke, Blatt 1(2) und Blatt 2(2).  
 Aufgaben bezüglich der Programmierung beziehen sich auf das PAL-Programmiersystem.  
 In den Zeichnungen werden Geometrische Produktspezifikationen (GPS) ohne Anspruch auf Vollständigkeit verwendet.

**1**

**2** nicht abwählbar!

**3**



**8**

**9**

**10**

**11**

**12**

**13**





**22**

**23**

**24**

**25**

**26**

**27** nicht abwählbar!

---

**28** nicht abwählbar!

**Markierungsbogen**  
 Prüfungsart und -termin

Kammer-Nr.    Prüfungsnummer    Berufs-Nr.    +

66 67 68    69 70 71 72 73    74 75 76 77    78

Vor- und Familienname und Ausbildungsbetrieb

Ausbildungsberuf

Prüfungsbereich

Bitte die Arbeitshinweise im Aufgabenheft beachten!

Bitte die Projekt-  
nummer eintragen! → Projekt-Nr. 139 140

1 [A]	2 [A]	3 [A]	4 [A]	5 [A]	6 [A]	7 [A]	8 [A]	9 [A]	10 [A]	11 [A]	12 [A]
1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2
3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3
4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4
5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5
13 [A]	14 [A]	15 [A]	16 [A]	17 [A]	18 [A]	19 [A]	20 [A]	21 [A]	22 [A]	23 [A]	24 [A]
1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 2
3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3
4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4	4 4
5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5

Haben Sie diese Daten auf dem Markierungsbogen auf Richtigkeit geprüft bzw. diese Felder ausgefüllt?

Haben Sie die Lösungen der Aufgaben eindeutig eingetragen?

Haben Sie 3 Aufgaben abgewählt?

**Bei fehlenden oder uneindeutigen Angaben kann der Markierungsbogen nicht ausgewertet werden. Spätere Reklamationen können nicht berücksichtigt werden!**

Prüfungsnummer

--	--	--	--	--

Vor- und Familienname

# Industrie- und Handelskammer

Projekt 1

## Abschlussprüfung Teil 2 Zerspanungsmechaniker/-in

Berufs-Nr.

**4060**

### Projekt 1 CNC-Drehteil

Bitte wählen Sie aus den Projekten CNC-Drehteil und CNC-Frästeil ein Projekt aus und bearbeiten Sie es vollständig.

### Schriftliche Prüfung

Fertigungstechnik

Teil B-1

Teil B-2

Strukturänderung

4060 K5/P1



**IHK**

PAL - Prüfungsaufgaben- und  
Lehrmittelenwicklungsstelle

IHK Region Stuttgart

© 2024, IHK Region Stuttgart, alle Rechte vorbehalten

Vorgabezeit: Insgesamt 105 min für Teil A und Teil B-1 sowie Teil B-2  
Hilfsmittel: Formelsammlungen, Tabellenbücher, Zeichenwerkzeuge und nicht programmierter, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten

## Sehr geehrter Prüfling,

bevor Sie mit der Bearbeitung der Aufgaben beginnen, lesen Sie bitte **sorgfältig** die folgenden Hinweise.

### 1 Allgemeines

Der Aufgabensatz für den Prüfungsbereich **Fertigungstechnik** besteht aus:

- Teil A mit 28 gebundenen Aufgaben (also mit vorgegebenen Auswahlantworten)
- Teil B-1 und Teil B-2 mit Projekt 1 „CNC-Drehteil“ **oder** Projekt 2 „CNC-Frästeil“, jeweils mit einem CNC-Programm und 4 ungebundenen Aufgaben (die Sie mit Ihren eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantworten müssen)
- Anlage(n): 2 Blatt im Format A3 für Teil A und Teil B, Programmieranleitung PAL-CNC-Drehmaschine, Programmieranleitung PAL-CNC-Fräsmaschine
- Markierungsbogen (grüner Rahmen)

Für die Ermittlung Ihrer Prüfungsleistungen werden der Markierungsbogen von Teil A, das Aufgabenheft Teil B und gegebenenfalls die Anlage(n) zugrunde gelegt.

Am Ende der Vorgabezeit von 105 min müssen Sie den Aufgabensatz der Prüfungsaufsicht übergeben.

Bei zeichnerischen Darstellungen gilt die Projektionsmethode 1 (  ).

### 2 Hinweise für Teil B (dieses Heft)

Tragen Sie bitte vor Beginn der Bearbeitung der Aufgaben auf der Titelseite **dieses Hefts** und gegebenenfalls auf der/ den **Anlage(n)** die dort geforderten Angaben ein:

- Die Ihnen mit der Einladung zur Prüfung mitgeteilte Prüfungsnummer
- Ihren Vor- und Familiennamen

**Prüfen Sie danach, ob dieses Heft 6 Programmblätter, die Werkzeugformdatei, das Einrichteblatt (für Teil B-1) und 4 ungebundene Aufgaben (für Teil B-2) enthält.** Informieren Sie bei Unstimmigkeiten **sofort** die Prüfungsaufsicht. **Reklamationen nach dem Schluss der Prüfung werden nicht anerkannt.**

Die **ungebundenen** Aufgaben (hinten im Heft) sind mit den Nummern U2 bis U5 bezeichnet.

Bei mathematischen Aufgaben ist der vollständige Rechengang (Formel, Ansatz, Ergebnis, Einheit) in dem dafür vorgesehenen Feld auszuführen.

Geben Sie in dem unten vorgedruckten Feld an, welche Tabellenbücher Sie verwendet haben.

Bei der Bearbeitung der Aufgaben wurden folgende Tabellenbücher verwendet:

---

## Ihre Industrie- und Handelskammer wünscht Ihnen viel Erfolg!

Dieser Prüfungsaufgabensatz wurde von einem überregionalen nach § 40 Abs. 2 BBiG zusammengesetzten Ausschuss beschlossen. Er wurde für die Prüfungsabwicklung und -abnahme im Rahmen der Ausbildungsprüfungen entwickelt. Weder der Prüfungsaufgabensatz noch darauf basierende Produkte sind für den freien Wirtschaftsverkehr bestimmt.

Beispielhafte Hinweise auf bestimmte Produkte erfolgen ausschließlich zum Veranschaulichen der Produkthanforderung beziehungsweise zum Verständnis der jeweiligen Prüfungsaufgabe. Diese Hinweise haben keinen bindenden Produktcharakter.

### 1. Aufgabenbeschreibung für das Projekt 1 „CNC-Drehteil“

Das auf Blatt 1(2) dargestellte Werkstück soll in einer größeren Stückzahl auf einer CNC-Drehmaschine gefertigt werden. Das erforderliche Programm für die Innen- bzw. Außenbearbeitung ist auf den beiliegenden Programmblättern unvollständig vorgegeben. Dieses Programm ist zu ergänzen.

### 2. Bewertung für das Projekt 1 „CNC-Drehteil“

Es müssen von Ihnen 30 Einträge ergänzt werden. Jeder korrekte Eintrag wird mit einem Punkt gewertet. Die erreichbare Gesamtpunktzahl der Aufgabe Projekt 1 CNC-Drehteil beträgt 30 Punkte.

### 3. Vorgabezeit: Insgesamt 105 min für Teil A und Teil B

### 4. Zusatzinformationen zur CNC-Drehmaschine

- Für die Steuerung der CNC-Drehmaschine gilt die beiliegende Programmieranleitung. Sie enthält alle für die Lösung der Aufgabe erforderlichen Angaben.
- Die CNC-Drehmaschine besitzt X-, Y-, Z-, B- und C-Achsen/Gegenspindel/Revolverpositionen 16 (angetrieben) und einen automatischen Werkzeugwechsler.
- Der Werkzeugträger befindet sich hinter der Drehmitte (+ X hinten).
- Der Werkzeugwechsellpunkt wird mit G14 H0 angefahren. Bei der Innenbearbeitung wird der Werkzeugwechsellpunkt mit G14 H2 angefahren. Bei Bearbeitung auf der Mantelfläche (z. B. Nuten fräsen oder Einstiche) wird der Werkzeugwechsellpunkt mit G14 H1 angefahren.
- Die Drehmeißel sind an der dem Spannmittel zugewandten Schneidkante vermessen.
- Bei den Abspanzyklen G81 und G82 ist die maximale Schnitttiefe unter D einzutragen.
- Beim Gewindezyklus G31 sind der Startpunkt und der Überlauf des Gewindes  $3 \times$  Gewindesteigung  $P$ .  
Zu programmierende Gewindelänge: Gesamte Gewindelänge (einschließlich Freistich) –  $0,5$  mm
- Gewindezyklus G84: Bei Durchgangsbohrungen beträgt der Überlauf des Gewindebohrers  $3 \times P$ . Bei Gewinde-Grundlochbohrungen richtet sich die Kernlochbohrung nach DIN 76.  
Bohrtiefe des Gewindebohrers = nutzbare Gewindelänge  $Z + 3 \times$  Gewindesteigung  $P$
- Für das Konturdrehen des Werkstücks ist zu beachten:
  - Aufmaß beim Drehen der Planfläche  $0,1$  mm für das Fertigdrehen
  - Aufmaß im Durchmesser  $1$  mm über Nennmaß
  - Aufmaß in den Längen  $0,1$  mm
  - Bei Toleranzen ist von der Toleranzmitte auszugehen.
  - Der Anfahrabstand beträgt  $Z = 2$  mm.
  - Bei der Programmierung des Feinkonturvorschubs  $E$  im Technologiesatz werden beim Vor- und Fertigdrehen die Fasen, Radien, Schrägen, Freistiche usw. mit dem Vorschubwert  $E$  xx gefertigt.
  - Vor Bearbeitungszyklen ist ein Anstellsatz zu programmieren.
  - Bei den Bearbeitungszyklen ist die Endposition gleich der Startposition.
  - Berechnete Drehzahlen und Vorschubgeschwindigkeiten werden auf 10er-Stellen abgerundet.

### 5. Arbeitshinweise

- Arbeiten Sie sich sorgfältig in die Zeichnung des zu fertigenden Werkstücks ein.
- Nehmen Sie das Einrichtblatt zur Hand und überlegen Sie, wie die Herstellung des Drehteils fachgerecht erfolgen könnte. Dazu sollten Sie auch die Programmblätter heranziehen, die Ihnen zeigen, welche Arbeitsfolgen der Programmierer vorgesehen hat.
- Wählen Sie aus der Werkzeugformdatei die Werkzeuge aus, die bei der Fertigung eingesetzt werden. Tragen Sie die Werkzeugnummern an der richtigen Stelle des Einrichtblatts ein.
- Arbeiten Sie das gegebene Programm Satz für Satz durch und ergänzen Sie die Felder des Hauptprogramms, die grau unterlegt sind. Folgende Sätze des Programms, bei denen die Satznummern mit breiten Volllinien hervorgehoben sind, sind vollständig zu erstellen. In diesen Sätzen des Programms können die Vorschubwerte „F“ und Zusatzfunktionen „M“ zum Teil vorgegeben sein.

Programm: % XXX

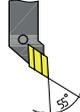
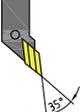
Satz:	N12	(Blatt 1 von 6)
	N77 bis N78	(Blatt 4 von 6)
	N97	(Blatt 4 von 6)
	N106	(Blatt 5 von 6)

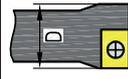
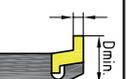
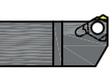
- Verwenden Sie für die Satzbefehle die beiliegende Programmieranleitung für die PAL-CNC-Drehmaschine. Die fehlenden technologischen Daten entnehmen Sie der Werkzeugformdatei, sofern erforderlich.
- Die Wörter sind immer mit Adressbuchstaben und Zahlenwert in das Programmblatt einzutragen. Sind die Adressbuchstaben vorgegeben, ist nur ein Zahlenwert einzutragen.
- Ordnen Sie, wenn im Hauptprogramm verlangt, das Unterprogramm den Programmsätzen zu. Ergänzen Sie die Felder des Unterprogramms, wenn diese grau unterlegt sind. Sind in dem Arbeitsblatt für das Unterprogramm weder graue Felder noch Eintragungen, so ist das Unterprogramm vollständig zu schreiben.
- Tragen Sie in die Aufgabenzeichnung, in das Einrichteblatt und in die Programmblätter Ihren Namen, Ihre Prüfungsnummer sowie das Datum ein und übergeben Sie diese Unterlagen der Prüfungsaufsicht.
- Zur besseren Übersicht kann jedes Blatt einzeln aus dem Aufgabenheft herausgetrennt werden.

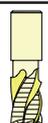
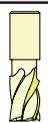
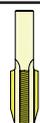
**Werkzeugformdatei**  
**Projekt 1**  
**CNC-Drehteil**

**Zerspanungsmechaniker/-in**

Werkstück: Drehteil	Werkstoff: EN AW – Al MgSiPb	Programm-Nr.: % XXX
Zeichnung: 1(1)	Halbzeug: Ø85 × 112	Datum:

Werkzeuge für Außenbearbeitung							
	Technologische Daten						
Werkzeug-Nr.	T 1	T 3	T 5	T 7	T 9		
Schneidenradius	0,8 mm	0,2 mm	0,8 mm	0,4 mm	–		
Schnittgeschwindigkeit	500 m/min	600 m/min	500 m/min	600 m/min	150 m/min		
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	2,5 mm	1,0 mm	2,5 mm	1,0 mm	0,2 mm		
Schneidstoff	HM	HM	HM	HM	HM		
Vorschub je Umdrehung	0,3/0,1 mm	0,1/0,05 mm	0,3/0,1 mm	0,1/0,05 mm	Steig. 1,5 mm		
							

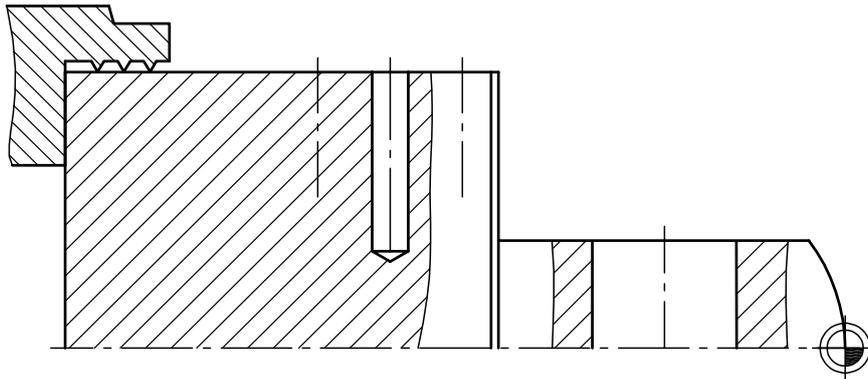
Werkzeuge für Innenbearbeitung							
	Technologische Daten						
Werkzeug-Nr.	T 2	T 4	T 6	T 8	T 10		
Durchmesser	28 mm	20 mm	16 mm	25 mm/ B 2 mm	16 mm		
Schneidenradius	–	0,8 mm	0,4 mm	0,4 mm	–		
Schnittgeschwindigkeit	300 m/min	400 m/min	500 m/min	200 m/min	110 m/min		
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	–	2,0 mm	1,5 mm	2,5 mm	0,2 mm		
Schneidstoff	HM	HM	HM	HM	HM		
Vorschub je Umdrehung	0,08 mm	0,2/0,1 mm	0,1/0,05 mm	0,15/0,05 mm	Steig. 1,5 mm		
							

Angetriebene Werkzeuge							
	Technologische Daten						
Werkzeug-Nr.	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	
Ebene	G 19	G 19					
Durchmesser	16 mm	16 mm	8 mm	4,2 mm	M 5	19 mm	
Schnittgeschwindigkeit	120 m/min	120 m/min	30 m/min	25 m/min	8 m/min	120 m/min	
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	10 mm	10 mm	–	–	–	–	
Anzahl der Zähne	4	4	2	2	4	2	
Vorschub pro Zahn	–	–	–	–	–	–	
Vorschub	760 mm/min	470 mm/min	0,1 mm	130 mm/min	0,8 mm	200 mm/min	
Schneidstoff	VHM	VHM	HSS	HSS	HSS	VHM	
							

Projekt 1



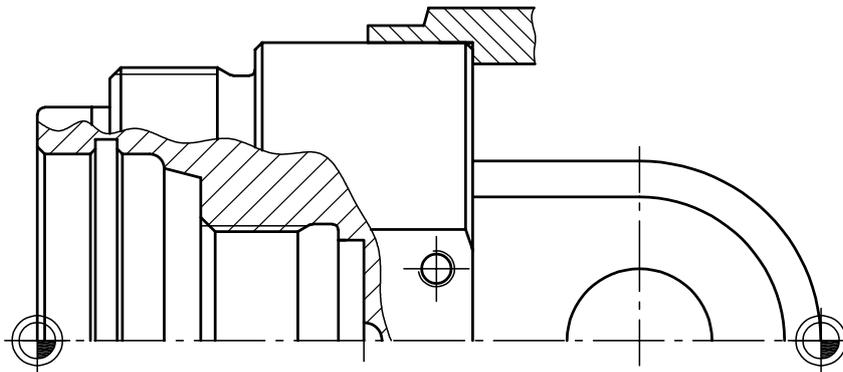
Spannskizze 1



Einspanntiefe 20 mm

Aufmaß 1 mm

Spannskizze 2



Einspanntiefe 65 mm

Aufmaß 1 mm







# % XXX CNC-Ergänzung

Salz- Nr. Wegbedingung		Koordinaten			Zusätzliche Befehle mit Adressen										Schalt- funktion M	Je Eintra- gung 1 oder 0 Punkte				
		X/XA/XI	Y/YA/YI	Z/ZAZI	T11	S	F760	;Mantelflächenbearbeitung Vor- und Fertigfräsen des Auges										M13		
26	G97 G94				T11	S	F760											M13		
27	G0				C0															
28	G72	XA38.5			LP50	BP32	D4	V2												
29	G79	X41.5	Y0	Z-63																
30	G0			Z1																
31	G72	XA15			LP56	BP48	D4	V2												
32	G79	X27	Y0	Z-24																
33	G0				C															
34	G23				N	N														
35	G14				H1														M9	
36	G97 G94				T16	S2010	F200	;Bohren Ø 19 mm										M13		
37	G81	XA-21.7			V2															
38	G79	X15	Y0	Z-25																
39	G14				H1														M9	
40	G97 G94				T12	S2380	F470	;Fertigfräsen Ø 20 H7										M13		
41	G73	XA-16			R10.005	D10	V2	H4	AK0.5	E100										
42	G79	X15	Y0	Z-25																
43	G14				H1														M9	
44	G97 G94				T13	S1190	F119	;Zentrieren der mittleren Bohrung und der Bohrungen für Gewinde M5										M13		
45	G0				C0															
46	G81	XI-2.9			V2															
47	G79	X38.5	Y0	Z-63																
48	G81	XI-2.7			V2															
49		X38.5	Y-10	Z-53	D	AS270	O													
50		X38.5	Y10	Z-53	D	AS270	O													

<b>IHK – Abschlussprüfung Teil 2</b>		Vor- und Familienname:		Prüfungsnummer:		Ergebnis Prüfungsstück: CNC-Programm		Zwischenergebnis	
<b>Strukturänderung: CNC-Drehteil</b>				Datum:		Berechnung des Ergebnisses auf Blatt 6 von 6		Datum: _____	
<b>Programmblatt</b>		Blatt <b>2</b> von <b>6</b>		Beruf: <b>Zerspanungsmechaniker/-in</b>				Prüfungsausschuss: _____	























Prüfungsnummer

--	--	--	--	--

Vor- und Familienname

# Industrie- und Handelskammer



## Abschlussprüfung Teil 2 Zerspanungsmechaniker/-in

Berufs-Nr.

**4060**

Projekt 2

### Projekt 2 CNC-Frästeil

Bitte wählen Sie aus den Projekten CNC-Drehteil und CNC-Frästeil ein Projekt aus und bearbeiten Sie es vollständig.

### Schriftliche Prüfung

Fertigungstechnik  
Teil B-1  
Teil B-2

Strukturänderung

4060 K5/P2

**IHK**

PAL - Prüfungsaufgaben- und  
Lehrmittelenwicklungsstelle  
IHK Region Stuttgart

© 2024, IHK Region Stuttgart, alle Rechte vorbehalten

Vorgabezeit: Insgesamt 105 min für Teil A und Teil B-1 sowie Teil B-2  
Hilfsmittel: Formelsammlungen, Tabellenbücher, Zeichenwerkzeuge und nicht programmierter, netzunabhängiger Taschenrechner ohne Kommunikationsmöglichkeit mit Dritten

## Sehr geehrter Prüfling,

bevor Sie mit der Bearbeitung der Aufgaben beginnen, lesen Sie bitte **sorgfältig** die folgenden Hinweise.

### 1 Allgemeines

Der Aufgabensatz für den Prüfungsbereich **Fertigungstechnik** besteht aus:

- Teil A mit 28 gebundenen Aufgaben (also mit vorgegebenen Auswahlantworten)
- Teil B-1 und Teil B-2 mit Projekt 1 „CNC-Drehteil“ **oder** Projekt 2 „CNC-Frästeil“, jeweils mit einem CNC-Programm und 4 ungebundenen Aufgaben (die Sie mit Ihren eigenen Worten in möglichst kurzen Sätzen beantworten müssen)
- Anlage(n): 2 Blatt im Format A3 für Teil A und Teil B, Programmieranleitung PAL-CNC-Drehmaschine, Programmieranleitung PAL-CNC-Fräsmaschine
- Markierungsbogen (grüner Rahmen)

Für die Ermittlung Ihrer Prüfungsleistungen werden der Markierungsbogen von Teil A, das Aufgabenheft Teil B und gegebenenfalls die Anlage(n) zugrunde gelegt.

Am Ende der Vorgabezeit von 105 min müssen Sie den Aufgabensatz der Prüfungsaufsicht übergeben.

Bei zeichnerischen Darstellungen gilt die Projektionsmethode 1 (  ).

### 2 Hinweise für Teil B (dieses Heft)

Tragen Sie bitte vor Beginn der Bearbeitung der Aufgaben auf der Titelseite **dieses Hefts** und gegebenenfalls auf der/ den **Anlage(n)** die dort geforderten Angaben ein:

- Die Ihnen mit der Einladung zur Prüfung mitgeteilte Prüfungsnummer
- Ihren Vor- und Familiennamen

**Prüfen Sie danach, ob dieses Heft 4 Programmblätter, die Werkzeugformdatei, das Einrichteblatt (für Teil B-1) und 4 ungebundene Aufgaben (für Teil B-2) enthält.** Informieren Sie bei Unstimmigkeiten **sofort** die Prüfungsaufsicht. **Reklamationen nach dem Schluss der Prüfung werden nicht anerkannt.**

Die **ungebundenen** Aufgaben (hinten im Heft) sind mit den Nummern U2 bis U5 bezeichnet.

Bei mathematischen Aufgaben ist der vollständige Rechengang (Formel, Ansatz, Ergebnis, Einheit) in dem dafür vorgesehenen Feld auszuführen.

Geben Sie in dem unten vorgedruckten Feld an, welche Tabellenbücher Sie verwendet haben.

Bei der Bearbeitung der Aufgaben wurden folgende Tabellenbücher verwendet:

---

## Ihre Industrie- und Handelskammer wünscht Ihnen viel Erfolg!

Dieser Prüfungsaufgabensatz wurde von einem überregionalen nach § 40 Abs. 2 BBiG zusammengesetzten Ausschuss beschlossen. Er wurde für die Prüfungsabwicklung und -abnahme im Rahmen der Ausbildungsprüfungen entwickelt. Weder der Prüfungsaufgabensatz noch darauf basierende Produkte sind für den freien Wirtschaftsverkehr bestimmt.

Beispielhafte Hinweise auf bestimmte Produkte erfolgen ausschließlich zum Veranschaulichen der Produkthanforderung beziehungsweise zum Verständnis der jeweiligen Prüfungsaufgabe. Diese Hinweise haben keinen bindenden Produktcharakter.

#### 1. Aufgabenbeschreibung für das Projekt „CNC-Frästeil“

Das auf Blatt 2(2) dargestellte Werkstück soll in einer größeren Stückzahl auf einer CNC-Fräsmaschine gefertigt werden. Das dafür erforderliche Programm ist auf den beiliegenden Programmblättern unvollständig vorgegeben. Dieses Programm ist zu ergänzen.

#### 2. Bewertung für das Projekt 2 „CNC-Frästeil“

Es müssen von Ihnen 30 Einträge ergänzt werden. Jeder korrekte Eintrag wird mit einem Punkt gewertet. Die erreichbare Gesamtpunktzahl der Aufgabe Projekt 2 CNC-Frästeil beträgt 30 Punkte.

#### 3. Vorgabezeit: Insgesamt 105 min für Teil A und Teil B

#### 4. Zusatzinformationen zur CNC-Fräsmaschine

- Für die Steuerung der CNC-Fräsmaschine gilt die beiliegende Programmieranleitung. Sie enthält alle für die Lösung der Aufgabe erforderlichen Angaben.
- Die CNC-Fräsmaschine arbeitet als Senkrechtfräsmaschine mit den Grundachsen X, Y, Z und den Schwenkachsen B und C. Die Ebenenauswahl G17 muss deshalb nicht im Programm angegeben werden.
- Die Positionierlogik ist nur bei den Bearbeitungszyklen aktiv.
- Das Werkstück ist im Gleichlauf zu fräsen.
- Gewindefrequenz G84: Bei Durchgangsbohrungen beträgt der Überlauf des Gewindebohrers  $3 \times P$ . Bei Gewinde-Grundlochbohrungen richtet sich die Kernlochbohrung nach DIN 76.  
Bohrtiefe des Gewindebohrers = nutzbare Gewindelänge  $Z + 3 \times$  Gewindesteigung  $P$
- Für das Konturfäsen des Werkstücks ist zu beachten:
  - Bei Aufmaßen sind an der Berandung 0,5 mm, am Grund 0,1 mm zu berücksichtigen.
  - Bei Toleranzen ist von der Toleranzmitte auszugehen.
- Der Sicherheitsabstand  $V$  bei den Bearbeitungszyklen wird mit 2 mm programmiert.
- Das Ein- und Ausspannen des Werkstücks erfolgt am Programmende.

#### 5. Arbeitshinweise

- Arbeiten Sie sich sorgfältig in die Zeichnung des zu fertigenden Werkstücks ein.
- Nehmen Sie das Einrichteblatt zur Hand und überlegen Sie, wie die Herstellung des Frästeils fachgerecht erfolgen könnte. Dazu sollten Sie auch die Programmblätter heranziehen, die Ihnen zeigen, welche Arbeitsfolgen der Programmierer vorgesehen hat.
- Wählen Sie aus der Werkzeugformdatei die Werkzeuge aus, die bei der Fertigung eingesetzt werden. Tragen Sie die Werkzeugnummern an der richtigen Stelle des Einrichteblatts ein.
- Verwenden Sie für die Satzbefehle die beiliegende Programmieranleitung für die PAL-CNC-Fräsmaschine. Die fehlenden technologischen Daten entnehmen Sie der Werkzeugformdatei. Sofern erforderlich, berechnen Sie die Drehzahlen.
- Arbeiten Sie das gegebene Programm Satz für Satz durch und ergänzen Sie die Felder des Hauptprogramms, die grau unterlegt sind. Folgende Sätze des Programms, bei denen die Satznummern mit breiten Volllinien hervorgehoben sind, sind vollständig zu erstellen. In diesen Sätzen des Programms können die Vorschubwerte „F“ und Zusatzfunktionen „M“ zum Teil vorgegeben sein.

Programm: % XX CNC-Ergänzung

Satz:	N11 bis N12	(Blatt 1 von 5)
	N19 bis N20	(Blatt 1 von 5)
	N74	(Blatt 3 von 5)
	N3	(Blatt 5 von 5)

- Die Wörter sind immer mit Adressbuchstaben und Zahlenwert in das Programmblatt einzutragen. Sind die Adressbuchstaben vorgegeben, ist nur der Zahlenwert einzutragen.
- Ordnen Sie, wenn im Hauptprogramm verlangt, das Unterprogramm den Programmsätzen zu. Ergänzen Sie die Felder des Unterprogramms, wenn diese grau unterlegt sind. Sind in dem Arbeitsblatt für das Unterprogramm weder graue Felder noch Eintragungen, so ist das Unterprogramm vollständig zu schreiben.
- Tragen Sie in die Aufgabenzeichnung, in das Einrichteblatt und die Programmblätter Ihren Namen, Ihre Prüfungsnummer sowie das Datum ein und übergeben Sie diese Unterlagen der Prüfungsaufsicht.
- Zur besseren Übersicht kann jedes Blatt einzeln aus dem Aufgabenheft herausgetrennt werden.



Werkstück: CNC-Frästeil

Werkstoff: S235JR+C

Programm-Nr.: % XX

Zeichnung:

Halbzeug: 90 × 50 × 90

Datum:

Technologische Daten									
Werkzeug-Nr.	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	
Werkzeugdurchmesser	8 mm	10 mm	50 mm	50 mm	25 mm	25 mm	16 mm	16 mm	
Schnittgeschwindigkeit	30 m/min	140 m/min	35 m/min	35 m/min	35 m/min	35 m/min	120 m/min	120 m/min	
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	–	–	10 mm	10 mm	20 mm	20 mm	10 mm	10 mm	
Schneidstoff	HSS	VHM	HSS	HSS	HSS	HSS	VHM	VHM	
Anzahl der Schneiden	–	4	6	6	5	5	4	4	
Vorschubgeschwindigkeit	170 mm/min	530 mm/min	130 mm/min	90 mm/min	220 mm/min	150 mm/min	760 mm/min	470 mm/min	
									Stirnschneiden mit Zentrumschnitt
	Stirnschneiden ohne Zentrumschnitt								

Technologische Daten									
Werkzeug-Nr.	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	
Werkzeugdurchmesser	12 mm	12 mm	6 mm	6 mm	20 mm	20 mm	5,0 mm	M6	
Schnittgeschwindigkeit	120 m/min	120 m/min	120 m/min	120 m/min	120 m/min	120 m/min	30 m/min	10 m/min	
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	6 mm	6 mm	3 mm	3 mm	–	–	–	–	
Schneidstoff	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	HSS	HSS	
Anzahl der Schneiden	4	4	3	3	8 (P = 2 mm)	10 (P = 1,5 mm)	–	–	
Vorschubgeschwindigkeit	1010 mm/min	630 mm/min	950 mm/min	570 mm/min	190 mm/min	190 mm/min	190 mm/min	Steig. 1 mm	
									Stirnschneiden mit Zentrumschnitt



**IHK**

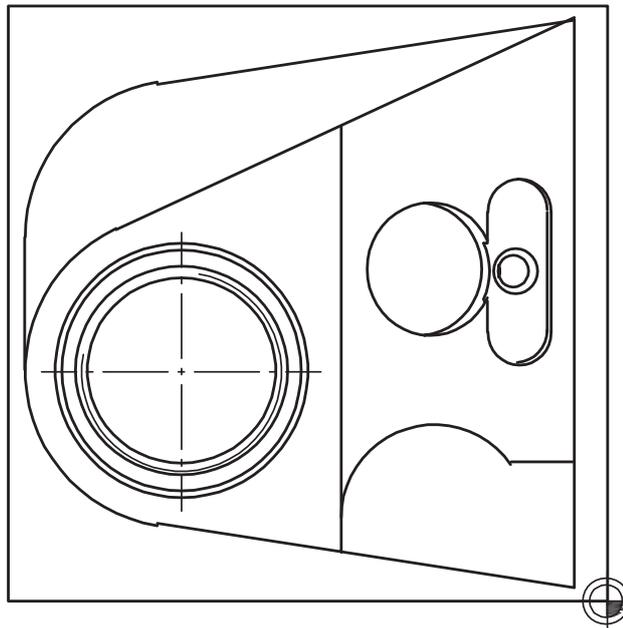
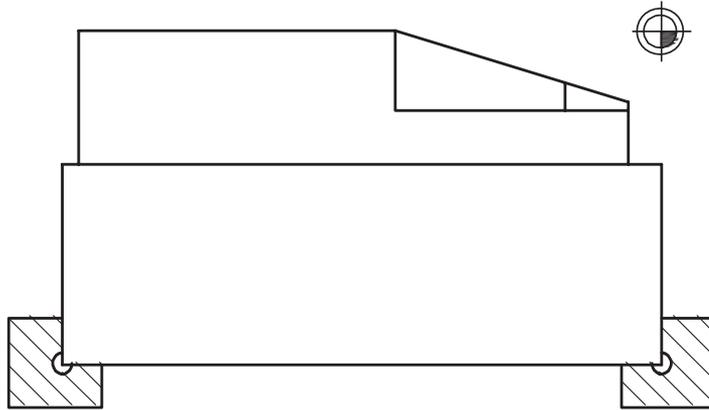
Abschlussprüfung Teil 2 – Strukturänderung

Vor- und Familienname:

Prüflingsnummer:

**Spannskizze  
Projekt 2  
CNC-Frästeil**

**Zerspanungsmechaniker/-in**













# % XX CNC-Ergänzung

Satz- Nr. N		Wegbedingung G		Koordinaten			Zusätzliche Befehle mit Adressen										Schalt- funktion M	Je Eintra- gung 1 oder 0 Punkte	
				X/XA/XI	Y/YA/YI	Z/ZA/ZI													
51							T10	;Fertigfräsen der Kreistasche Ø 20 H7, 6 mm tief											
52							S3180	F630											
53	G73				ZA-6		R10.005	D6	V2	AK0.5	AL0.1	E100	H4						
54	G79	X0	Y-14	Z0															
55							T12	;Fräsen der Nut 10 P9, 2 mm tief										M6	
56							S6360	F570										M13	
57	G74				ZA-2		LP	BP	D2	V2	AK0.5	AL0.1	EP0	E80	H14				
58	G79	X0	Y-28	Z0															
59							T1	;Zentrieren und Senken für Gewinde M6										M6	
60							S1190	F170										M13	
61	G81				ZA-5.5		V2												
62	G79	X0	Y-28	Z-2			W2												
63							T15	;Bohren Ø 5 mm für Gewinde M6										M6	
64							S	F										M13	
65	G82				ZA-20		D3	V2											
66	G23						N62	N62											
67							T16	;Gewindebohren M6										M6	
68							S530											M8	
69	G84				ZA-15.5		F1	V2											
70	G23						N62	N62											
71							T6	;Fertigfräsen der Außenkontur 20 mm tief und der beiden Absätze 12 mm tief										M6	
72							S440	F150										M3	
73	G15																		
74																			
75	G23						N4	N22											

<b>IHK – Abschlussprüfung Teil 2</b>		Vor- und Familienname:		Prüfungsnummer:		Ergebnis Prüfungsstück: CNC-Programm		Zwischenergebnis	
<b>Strukturänderung: CNC-Frästeil</b>		Datum:		Datum:		Berechnung des Ergebnisses		Datum:	
<b>Programmblatt</b>		Blatt <b>3</b> von <b>5</b>		<b>Zerspanungsmechaniker/-in</b>		auf Blatt 4 von 5		Prüfungsausschuss:	



% XX

# CNC-Ergänzung

Satz-Nr. N	Wegbedingung G	Koordinaten			Zusätzliche Befehle mit Adressen										Schaltfunktion M	Je Eintragung 1 oder 0 Punkte		
		X X A X I	Y Y A Y I	Z Z A Z I														
76					T8	:Fertigfräsen der Kreistasche 5 mm tief										M6		
77					S2380	F470											M13	
78	G73				R18	D5	V2	AK0.5	AL0.1	E100	H4							
79	G79	X35	Y64	Z0														
80	G73				R14.19	D8.4	V2	AK0.5	AL0.1	E100	H4							
81	G79	X35	Y64	Z-5														
82					T2	:Fräsen der Fasen an der Kreistasche 5 mm tief und für Gewinde M30 x 1.5										M6		
83					TR3	S4450	F530										M3	
84	G0	X35	Y64															
85				Z2														
86	G1			Z-4													M8	
87	G41 G1	X53	Y64															
88	G3	X53	Y64		I-18	J0												
89	G40 G1	X35	Y64															
90				Z-9														
91	G41 G1	X50	Y64															
92	G3	X50	Y64		I-15	J0												
93	G40 G1	X35	Y64															
94	G0			Z2													M9	
95					T14	:Gewindefräsen M30 x 1.5										M6		
96					S1900	F190											M13	
97				ZA-25	DN	D-1.5	Q10	V2	BG									
98	G79	X35	Y64	Z-5	W2												M6	
99					T0												M6	
100																	M30	

<b>IHK – Abschlussprüfung Teil 2</b>		Vor- und Familienname:		Prüfungsnummer:		Ergebnis Prüfungsstück: CNC-Programm		Zwischenergebnis	
<b>Strukturänderung: CNC-Frästeil</b>		Datum:		Datum:		Berechnung des Ergebnisses auf Blatt 5 von 5		Datum: Prüfungsausschuss:	
<b>Programmblatt</b>		Beruf: <b>Zerspanungsmechaniker/-in</b>		Blatt <b>4</b> von <b>5</b>					











Wird vom Prüfungsausschuss ausgefüllt.

Erreichte Punkte bei den  
ungebundenen Aufgaben

max. 40  
Punkte

Die Ergebnisse **U2** bis **U5** bitte in  
die dafür vorgesehenen Felder des  
Markierungsbogens eintragen!

Datum

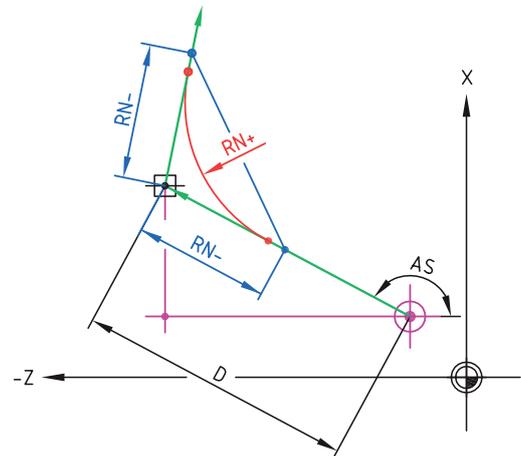
Prüfungsausschuss

## 1. Wegbedingungen

Code	Bedeutung
G0	Verfahren im Eilgang
G40	Abwahl der Schneidenradiuskompensation SRK
G41/G42	Anwahl der Schneidenradiuskompensation SRK
G50	Aufheben von inkrementellen Nullpunktverschiebungen und Drehungen
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
G80	Abschluss einer Bearbeitungs-Konturbeschreibung
G90	Absolutmaßangabe einschalten
G91	Kettenmaßangabe einschalten
G92	Drehzahlbegrenzung
G94	Vorschub in Millimeter pro Minute
G95	Vorschub in Millimeter pro Umdrehung
G96	Konstante Schnittgeschwindigkeit
G97	Konstante Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ )

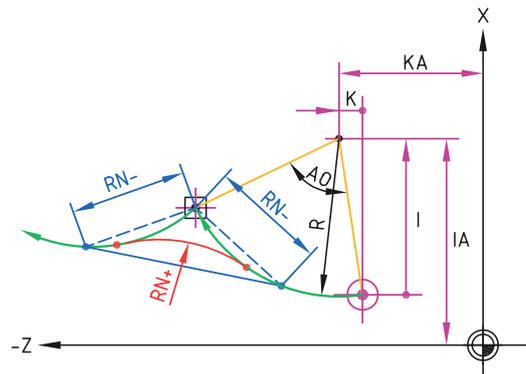
### G1 Linearinterpolation im Arbeitsgang

X/Z/C	Koordinateneingabe (gesteuert durch G90/G91)
XA/ZA/CA	Absolutmaße
XI/ZI/CI	Inkrementalmaße
RN+	Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
RN-	Fasenbreite zum nächsten Konturelement
D	Länge der Verfahrstrecke
AS	Anstiegswinkel der Verfahrstrecke
E	Feinkonturvorschub auf Übergangselementen



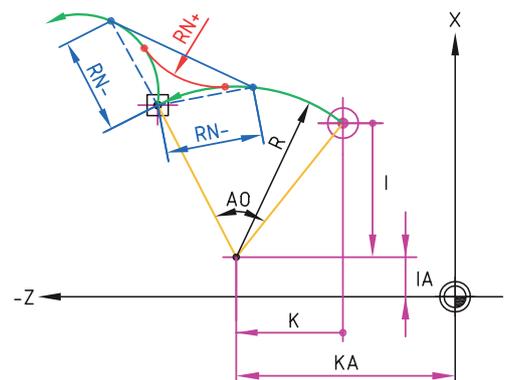
### G2 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn

X/Z	Koordinateneingabe (gesteuert durch G90/G91)
XA/ZA	Absolutmaße
XI/ZI	Inkrementalmaße
I/IA	X-Mittelpunktcoordinate
K/KA	Z-Mittelpunktcoordinate
R	Radius
AO	Öffnungswinkel
RN+	Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
RN-	Fasenbreite zum nächsten Konturelement
E	Feinkonturvorschub auf Übergangselementen



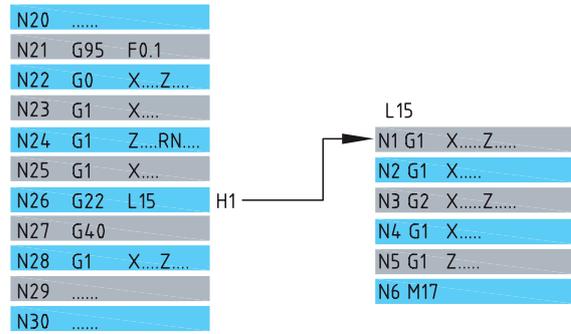
### G3 Kreisinterpolation entgegen dem Uhrzeigersinn

X/Z	Koordinateneingabe (gesteuert durch G90/G91)
XA/ZA	Absolutmaße
XI/ZI	Inkrementalmaße
I/IA	X-Mittelpunktcoordinate
K/KA	Z-Mittelpunktcoordinate
R	Radius
AO	Öffnungswinkel
RN+	Verrundungsradius zum nächsten Konturelement
RN-	Fasenbreite zum nächsten Konturelement
E	Feinkonturvorschub auf Übergangselementen



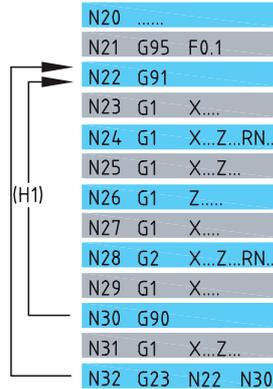
## G22 Unterprogrammaufruf

L Nummer des Unterprogramms  
 H Anzahl der Wiederholungen



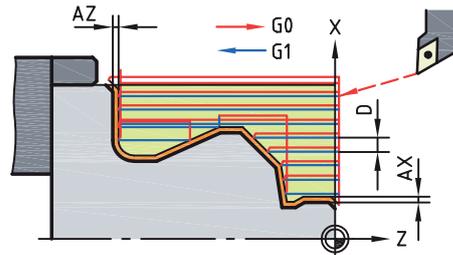
## G23 Programmteilwiederholung

N Startsatznummer  
 N Endsatznummer  
 H Anzahl der Wiederholungen



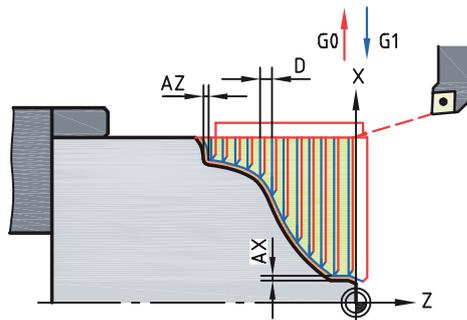
## G81 Längsschrappzyklus

D Zustellung  
 AX Aufmaß in X-Richtung  
 AZ Aufmaß in Z-Richtung  
 H1 Nur schrappen, 1 × 45 Grad abheben  
 H2 Stufenweise auswinkeln entlang der Kontur  
 H3 Wie H1 mit zusätzlichem Konturschnitt am Ende  
 H24 Schrappen mit H2 und anschließendes Schlichten



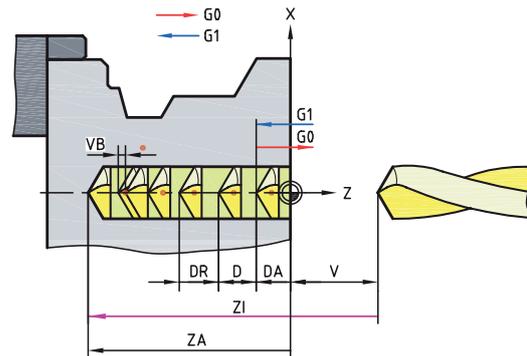
## G82 Planschrappzyklus

D Zustellung  
 AX Aufmaß in X-Richtung  
 AZ Aufmaß in Z-Richtung  
 H1 Nur schrappen, 1 × 45 Grad abheben  
 H2 Stufenweise auswinkeln entlang der Kontur  
 H3 Wie H1 mit zusätzlichem Konturschnitt am Ende  
 H24 Schrappen mit H2 und anschließendes Schlichten



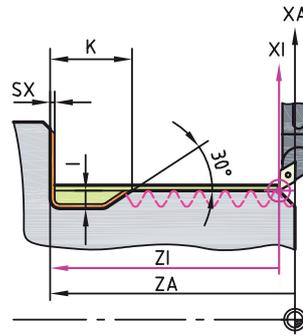
## G84 Bohrzyklus

ZA Tiefe der Bohrung absolut  
 ZI Tiefe der Bohrung inkremental  
 DA Anbohrtiefe  
 D Zustelltiefe  
 DR Reduzierwert der Zustelltiefe  
 DM Mindestzustellung ohne Vorzeichen  
 U Verweilzeit am Bohrgrund  
 V Sicherheitsabstand  
 VB Sicherheitsabstand vor Bohrgrund



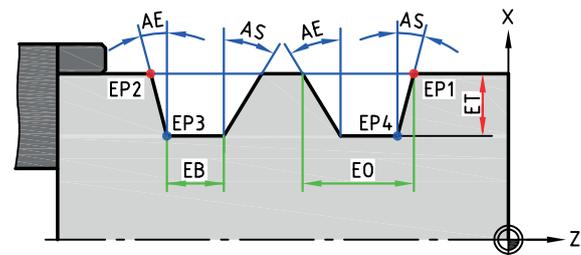
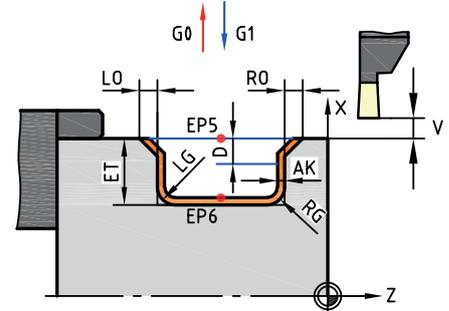
## G85 Freistichzyklus

XA/ZA	Freistichposition, Absolutmaß
XI/ZI	Freistichposition, Inkrementalmaß
I	Freistichtiefe für DIN 76
K	Freistichbreite für DIN 76
H1	DIN 76
H2	DIN 509 E
H3	DIN 509 F
SX	Bearbeitungszugabe (Schleifaufmaß)
E	Eintauchvorschub



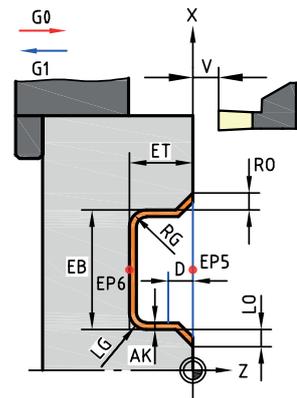
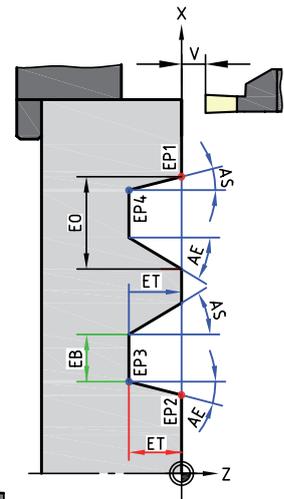
## G86 Radialer Einstechzyklus mit Fasen, Verrundungen und In-Prozess-Messerweiterungen

XA/ZA	Einstichsetzposition, Absolutmaß
XI/ZI	Einstichsetzposition, Inkrementalmaß
ET	Tiefe des Einstichs
LE	Lage des Einstichs
	LE1: Außeneinstich LE2: Inneneinstich
EB/EO	EB: Breite des Einstichs am Einstichgrund (vorzeichenlos)
	EO: Breite des Einstichs an der Einstichöffnung (vorzeichenlos)
D	Zustelltiefe
RO	Verrundung RO+ oder Fasenlänge RO- an der Einstichöffnung in +Z-Richtung
LO	Verrundung LO+ oder Fasenlänge LO- an der Einstichöffnung in -Z-Richtung
RG	Verrundung RG+ oder Fasenlänge RG- am Einstichgrund in +Z-Richtung
LG	Verrundung LG+ oder Fasenlänge LG- am Einstichgrund in -Z-Richtung
AK	Konturparalleles Aufmaß
V	Sicherheitsabstand über der Einstichöffnung (Überföhrung im Vorschub)
H14	Schruppen und anschließendes Schlichten (gleiches Werkzeug)
EP	Setzpunktfestlegung
	EP1 Einstichecke der Einstichöffnung in Richtung Z+
	EP2 Einstichecke der Einstichöffnung in Richtung Z-
	EP3 Einstichecke des Einstichgrunds in Richtung Z-
	EP4 Einstichecke des Einstichgrunds in Richtung Z+
	EP5 Mittelpunkt der Einstichöffnung
	EP6 Mittelpunkt des Einstichgrunds
AE	Flankenwinkel des Einstichs
AS	Flankenwinkel des Einstichs



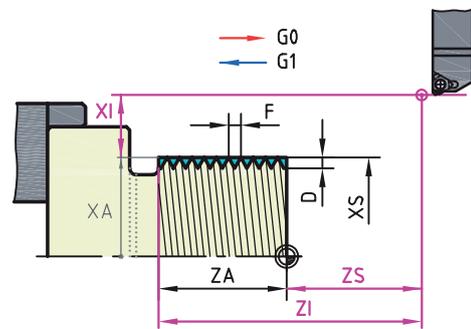
## G88 Axialer Einstechzyklus mit Fasen, Verrundungen und In-Prozess-Messerweiterungen

XA/ZA	Einstichsetzposition, Absolutmaß
XI/ZI	Einstichsetzposition, Inkrementalmaß
ET	Tiefe des Einstichs
LE	Lage des Einstichs
	LE1: Fronteinstich LE2: Rückseiteneinstich
EB/EO	EB: Breite des Einstichs am Einstichgrund (vorzeichenlos)
	EO: Breite des Einstichs an der Einstichöffnung (vorzeichenlos)
D	Zustelltiefe
RO	Verrundung RO+ oder Fasenlänge RO- an der Einstichöffnung in +X-Richtung
LO	Verrundung LO+ oder Fasenlänge LO- an der Einstichöffnung in -X-Richtung
RG	Verrundung RG+ oder Fasenlänge RG- am Einstichgrund in +X-Richtung
LG	Verrundung LG+ oder Fasenlänge LG- am Einstichgrund in -X-Richtung
AK	Konturparalleles Aufmaß
V	Sicherheitsabstand über der Einstichöffnung (Überföhrung im Vorschub)
H14	Schruppen und anschließendes Schlichten (gleiches Werkzeug)
EP	Setzpunktfestlegung
	EP1 Einstichecke der Einstichöffnung in Richtung X+
	EP2 Einstichecke der Einstichöffnung in Richtung X-
	EP3 Einstichecke des Einstichgrunds in Richtung X-
	EP4 Einstichecke des Einstichgrunds in Richtung X+
	EP5 Mittelpunkt der Einstichöffnung
	EP6 Mittelpunkt des Einstichgrunds
AE	Flankenwinkel des Einstichs
AS	Flankenwinkel des Einstichs



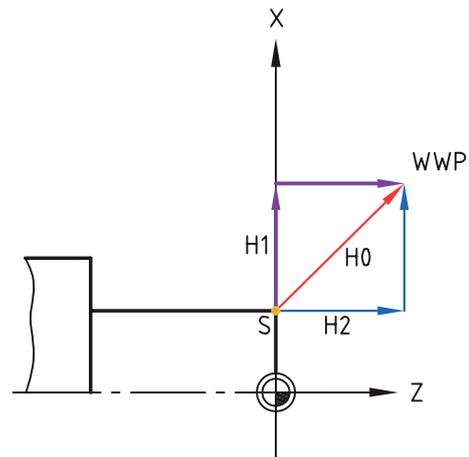
## G31 Gewindezyklus

XA/ZA	Gewindeendpunkt, Absolutmaß
XI/ZI	Gewindeendpunkt, Inkrementalmaß
ZS	Gewindestartpunkt absolut in Z
XS	Gewindestartpunkt absolut in X
D	Gewindetiefe
F	Steigung in Richtung Z-Achse
Q	Zahl der Schnitte
O	Anzahl der Leerdurchläufe
H14	Zustellart: Versatz R/L wechselweise



## G14 Werkzeugwechsellpunkt (WWP) anfahren

H0	Schräg (diagonal) wegfahren
H1	Erst in X-Achse, anschließend in Z-Achse wegfahren
H2	Erst in Z-Achse, anschließend in X-Achse wegfahren



## 2. Zusatzfunktionen

M0	Programmierter Halt
M3	Spindel dreht im Uhrzeigersinn (CW)
M4	Spindel dreht im Gegenuhrzeigersinn (CCW)
M5	Spindel ausschalten
M8	Kühlschmiermittel Ein
M9	Kühlschmiermittel 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
TX	Inkrementelle Veränderung des X-Korrekturwerts im angewählten Korrekturwertspeicher
TZ	Inkrementelle Veränderung des Z-Korrekturwerts im angewählten Korrekturwertspeicher für konturparallele Aufmaße

## Einschaltzustand beim Start eines CNC-Programms

G18, G90, G53, G71, G1, G97, G95, G40      M5, M9, M60      F0.0 E0.0 S0

**G15 Bearbeitungsebenenwahl**

IP 0–IP 5 Interpolationsadressen

**G17 G15 Stirnseitenbearbeitungsebene**

HS Hauptspindelbearbeitung  
 GSU Gegenspindelbearbeitung mit Drehung des XYZ-Koordinatensystems um 180° um die X-Achse  
 IP 3 Mit virtueller Y-Achse: Interpolation der virtuellen X- und Y-Achsen mit der positiven realen X-Achse und der C-Achse  
 IP 5 Stirnseitenbearbeitung mit realer Y-Achse und Bearbeitungsebenenwahl ausgehend von der Standardbearbeitungsebene  
 AM, BM, CM Maschinenfester Drehwinkel  
 AR, BR, CR Inkrementeller Drehwinkel

**G18 G15 Drehebene**

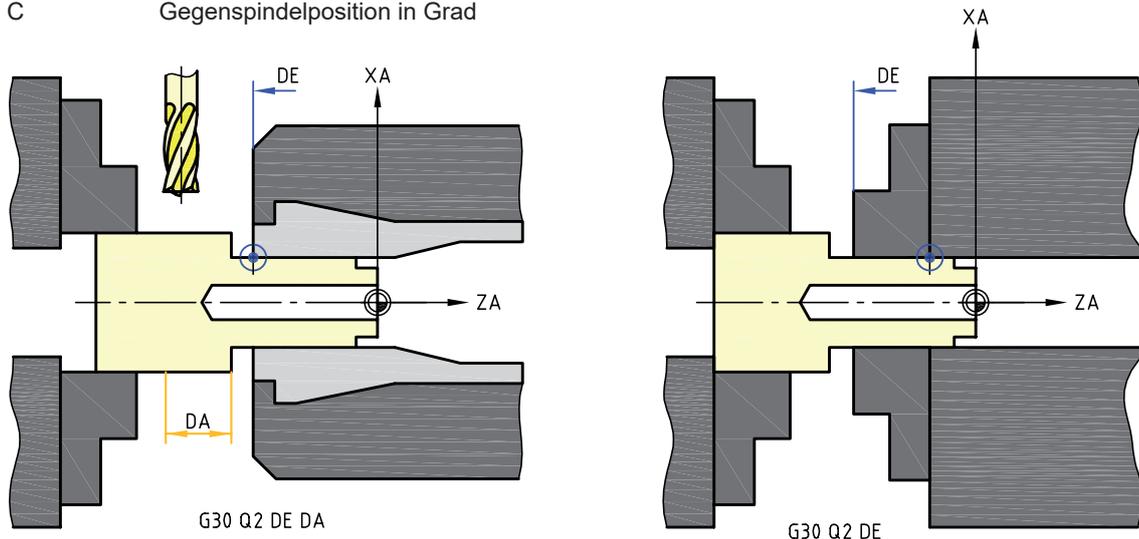
HS Hauptspindelbearbeitung  
 GS Gegenspindelbearbeitung  
 GSU Gegenspindelbearbeitung mit Drehung des XYZ-Koordinatensystems um 180° um die X-Achse  
 DRA Für die Adresse X hängt die Einheit Radius- oder Durchmessermaß von G90/G91 ab:  
 G90: X im Durchmessermaß G91: X im Radiusmaß  
 TURN Anwahl der 2-achsigen Drehbearbeitung

**G19 G15 Mantelflächen-/Sehnenflächenbearbeitungsebene mit C-Achse**

IP 0 Mantelflächenbearbeitung in Zylinderkoordinaten C und Z  
 IP 1 Bearbeitung der abgewickelten Mantelfläche zum Durchmesser DM mit Z und der mit der C-Achse gebildeten virtuellen kartesischen Y-Achse  
 IP 5 Sehnenflächenbearbeitung mit realer Y-Achse und Bearbeitungsebenenwahl ausgehend von der Standardbearbeitungsebene  
 AM, BM, CM Maschinenfester Drehwinkel  
 AR, BR, CR Inkrementeller Drehwinkel  
 DM Durchmesser der Mantelfläche

**G30 Umspannen/Gegenspindelübernahme**

Q1 Umspannen des Werkstücks auf der Hauptspindel  
 Q2 Gegenspindel nur positionieren und spannen  
 Q3 Gegenspindel positionieren, spannen und Gegenspindelübernahme  
 DE Einspannposition der Spannmittelvorderkante zum aktuellen ungedrehten Werkstückkoordinatensystem der Hauptspindel  
 DA Auszugslänge  
 H0 Auszug des Werkstücks bei stehender Spindel  
 DM Abstand Spannmittelvorderkante zum Gegenspindelbezugspunkt  
 U Verweilzeit nach dem Schließen der Gegenspindelspannung  
 E Vorschub der Gegenspindelpositionierung  
 M63 Einspannrichtung Hauptspindel von außen und Gegenspindel von außen  
 C Gegenspindelposition in Grad



# G17 Stirnseitenbearbeitung XY G19 Mantel-/Sehnenbearbeitung YZ

## An-/Abfahrbewegungen

### G45 Lineares tangenciales An- oder Abfahren bei einer Kontur

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

### G46 Tangenciales An- oder Abfahren bei einer Kontur im Viertelkreis

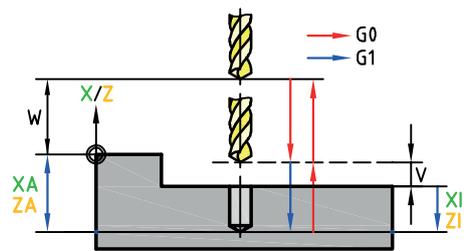
- RR Radius des Viertelkreises bezogen auf den Fräsermittelpunkt
- Z/ZA/ZI Abhängig von G90/G91/absolute/inkrementelle Z-Koordinate
- X/XA/XI Abhängig von G90/G91/absolute/inkrementelle X-Koordinate
- WV Sicherheitsebene absolut G41/G42, Rückzugsebene absolut G40
- O Zustellbewegung

### G47 Tangenciales An- oder Abfahren bei einer Kontur im Halbkreis

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

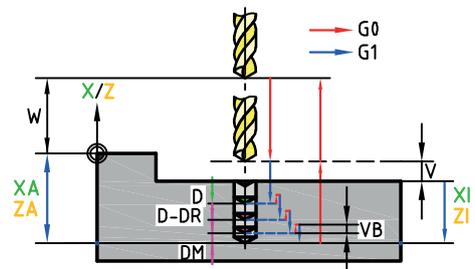
### G81 Bohrzyklus (G17/G19)

- XA/ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- XI/ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



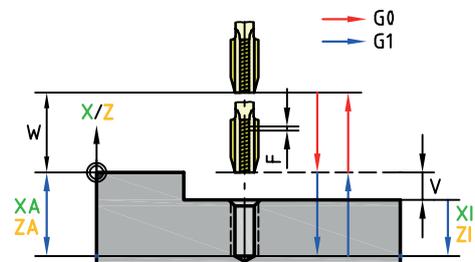
### G82 Tiefbohrzyklus mit Spanbruch (G17/G19)

- XA/ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- XI/ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- D Zustelltiefe
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- VB Rückzugsabstand vom Bohrgrund
- E Anbohrvorschub
- W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



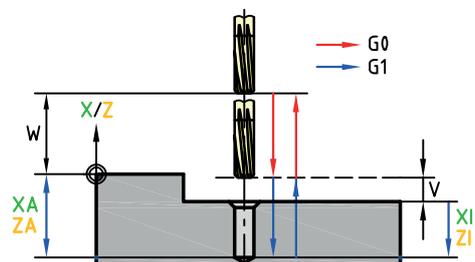
### G84 Gewindebohrzyklus (G17/G19)

- XA/ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- XI/ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- F Gewindesteigung
- M Drehrichtung
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



### G85 Reibzyklus (G17/G19)

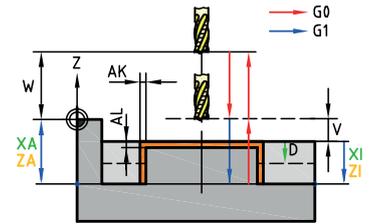
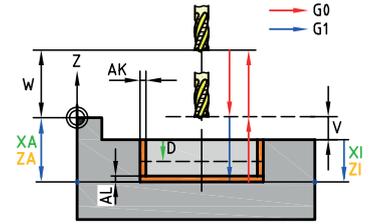
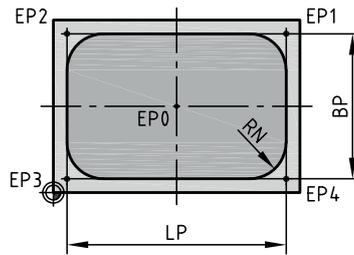
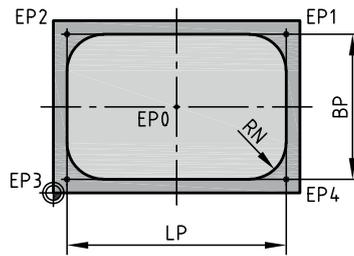
- XA/ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- XI/ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- E Rückzugsvorschub (mm/min)
- W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



## G17 Stirnseitenbearbeitung XY G19 Mantel-/Sehnenbearbeitung YZ

### G72 Rechtecktasche/Rechteckzapfen mit Fasen, Stufen (G17/G19)

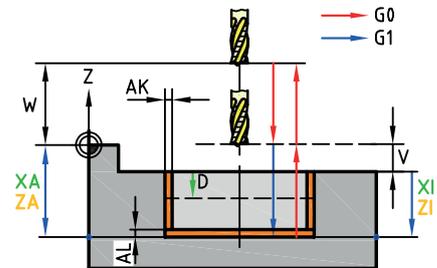
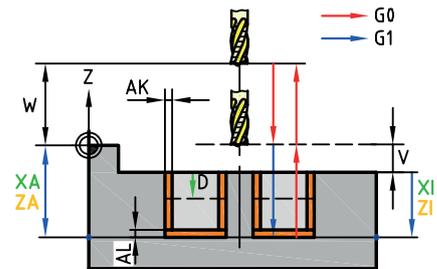
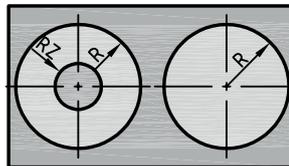
- XA/ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- XI/ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- LP Länge der Tasche
- BP Breite der Tasche
- D Zustelltiefe
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- RN Eckenradius
- Zapfengeometrie, Setzpunkt und globale Rückzugsebene:
- LZ Länge 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
- CB Fassenbreite
- CM Arbeitsbereichsmittle des Faswerkzeugs in Prozent
- 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



Projekt 1

### G73 Kreistaschen- und Zapfenfräszyklus mit Fasen, Stufen (G17/G19)

- XA/ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- XI/ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- R Radius der Kreistasche
- D Zustelltiefe Schruppen, Zustelltiefenfolge berechnet mit D, DE und DS
- 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
- CB Fassenbreite
- CM Arbeitsbereichsmittle des Faswerkzeugs in Prozent
- 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



## G17 Stirnseitenbearbeitung XY G19 Mantel-/Sehnenbearbeitung YZ

### G74 Nutenfräszyklus mit Fasen, Stufen (G17/G19)

XA/ZA Tiefe absolut in der Zustellachse  
XI/ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse

LP Länge der Nut  
BP Breite der Nut  
D Zustelltiefe Schruppen, Zustelltiefefolge berechnet mit D, DE und DS

V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche  
HA/HI Absolute oder inkrementelle Zapfenhöhe  
QM Bearbeitungsauswahl:  
QM1 Bearbeiten ohne Stufen  
QM2 Bearbeiten mit Stufen  
QM-1 Fasen

RM Bewegungs-Minimalradius in Prozent des Fräserdurchmessers bei den trochoidalen Schruppbewegungen  
CB Fasenbreite  
CM Arbeitsbereichsmittle des Faswerkzeugs in Prozent

Rand-Stufen:

BA Stufenbreite

WA Stufentiefe

EP Setzpunktfestlegung

AK Aufmaß der Berandung

AL Aufmaß des Taschenbodens

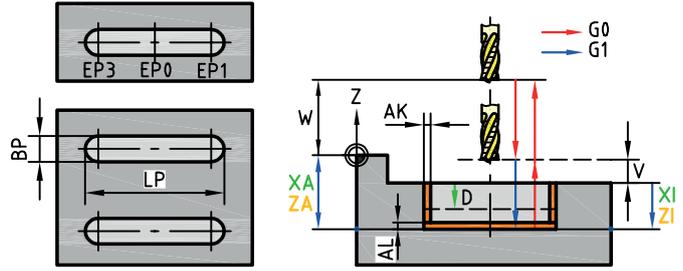
E Vorschub beim Eintauchen

H1 Schruppen

H4 Schichten (Abräsen d. Aufmaße in einem Arbeitsgang)

H14 Schruppen und anschließendes Schichten (gleiches Werkzeug)

W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



### G75 Kreisbogennut-Fräszyklus mit Fasen, Stufen (G17/G19)

XA/ZA Tiefe absolut in der Zustellachse  
XI/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 Schruppen, Zustelltiefefolge berechnet mit D, DE und DS

V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche

HA/HI absolute oder inkrementelle Zapfenhöhe

QM Bearbeitungsauswahl:  
QM1 Bearbeiten ohne Stufen  
QM2 Bearbeiten mit Stufen  
QM-1 Fasen

RM Bewegungs-Minimalradius in Prozent des Fräserdurchmessers bei den trochoidalen Schruppbewegungen  
CB Fasenbreite

CM Arbeitsbereichsmittle des Faswerkzeugs in Prozent  
Rand-Stufen:

BA Stufenbreite

WA Stufentiefe

EP Setzpunktfestlegung

AK Aufmaß der Berandung

AL Aufmaß des Nutbodens

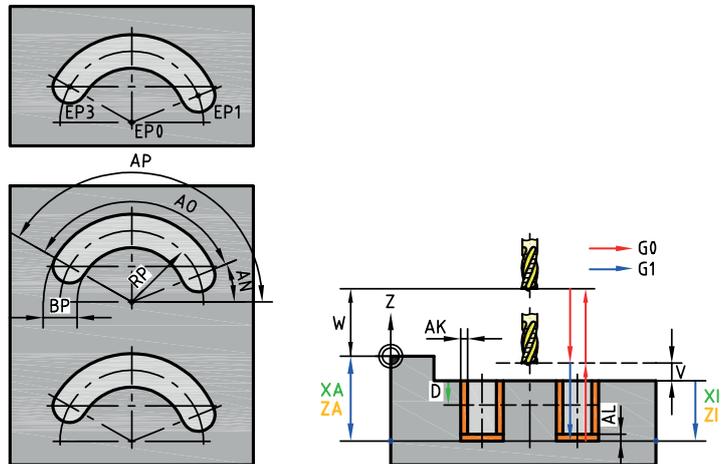
E Vorschub beim Eintauchen

H1 Schruppen

H4 Schichten (Abräsen d. Aufmaße in einem Arbeitsgang)

H14 Schruppen und anschließendes Schichten (gleiches Werkzeug)

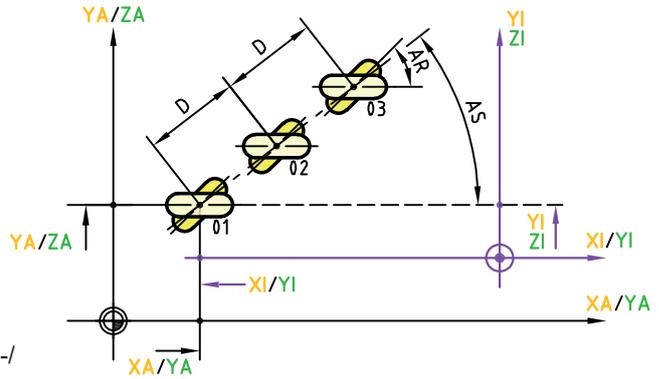
W Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten



# G17 Stirnseitenbearbeitung XY G19 Mantel-/Sehnenbearbeitung YZ

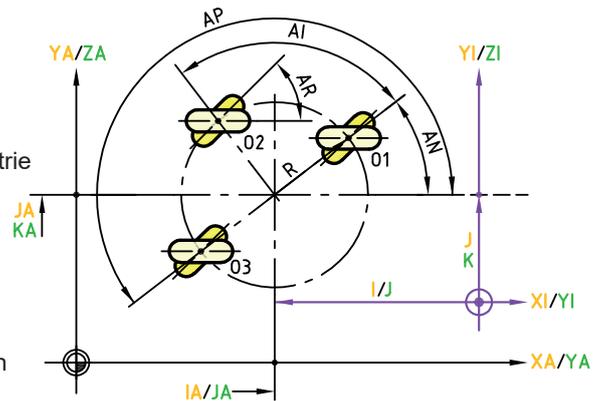
## G76 Mehrfachzyklus auf einer Geraden (Lochreihe), Rahmen oder Gitter (G17/G19)

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



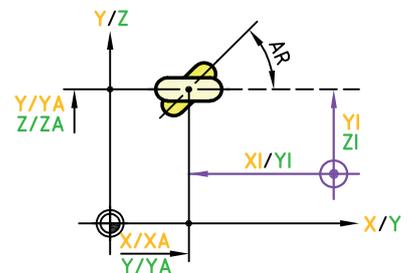
## G77 Mehrfachzyklusaufuf auf einem Teilkreis (Lochkreis) oder mehreren konzentrischen Teilkreisen (G17/G19)

- |                 |   |
|-----------------|---|
| R               | Radius des Lochkreises  |
| AN              | Polarer Winkel der ersten Zyklusaufufposition   |
| AI              | Inkrementwinkel   |
| AP              | Polarer Winkel der letzten Zyklusaufufposition  |
| AR              | Drehwinkel  |
| Q1              | Orientierung der zu bearbeitenden Zyklusgeometrie   |
| O               | Anzahl der Objekte  |
| I/IA J/JA       | Mittelpunktcoordinate   |
| J/JA K/KA       | Mittelpunktcoordinate   |
| Z/ZI/ZI X/XA/XI | 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  |



## G79 Zyklusaufuf an einem Punkt (kartesische Koordinaten) (G17/G19)

- |                 |  |
|-----------------|--|
| AR              | Drehwinkel   |
| X/XI/XA Y/YI/YA | Koordinate des Bearbeitungspunkts                      |
| Y/YI/YA Z/ZI/ZI | Koordinate des Bearbeitungspunkts                      |
| Z/ZI/ZI X/XA/XI | Koordinate der Materialoberfläche in der Zustellachse  |
| W               | Höhe der Rückzugsebene absolut in Werkstückkoordinaten |



## Einschaltzustand beim Start eines CNC-Programms

G18, G90, G53, G71, G1, G97, G95, G40      M5, M9, M60      F0.0 E0.0 S0

## 1. Programmierenebene

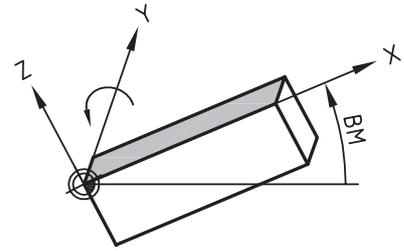
Code Bedeutung

**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

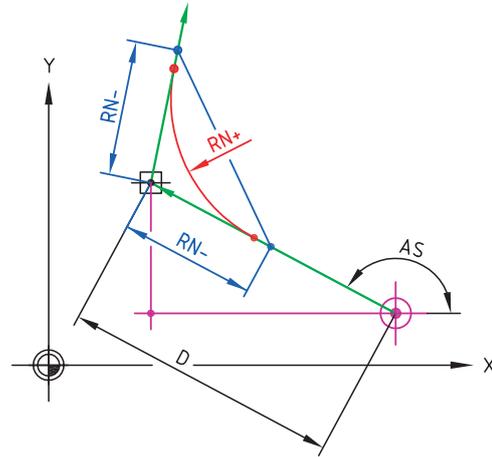
**G59 Nullpunktverschiebung mit absoluten oder inkrementellen Koordinaten/Adresswerten**

- 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 ( $\text{min}^{-1}$ )

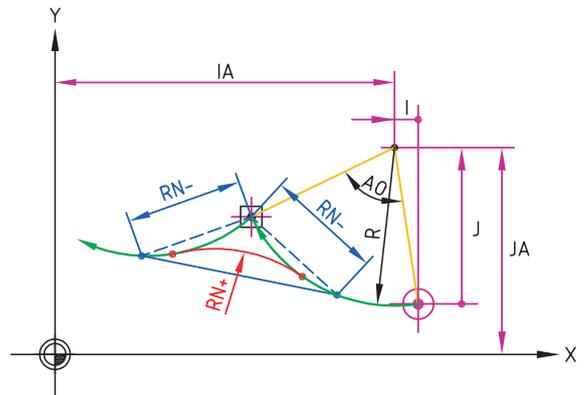
**G1 Linearinterpolation im Arbeitsgang**

- 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



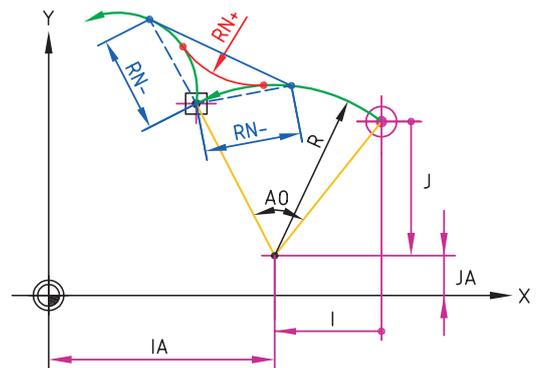
**G2 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn**

- 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



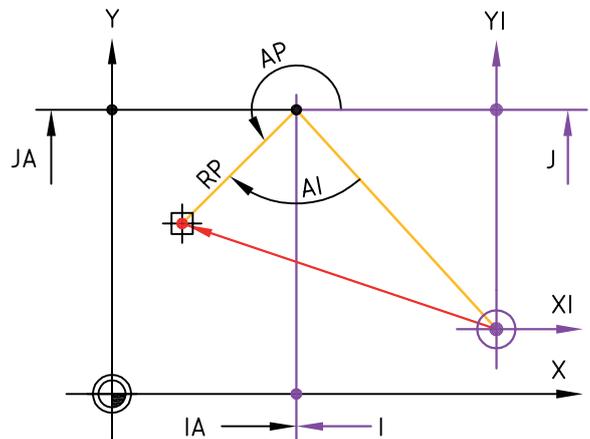
**G3 Kreisinterpolation entgegen dem Uhrzeigersinn**

- 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



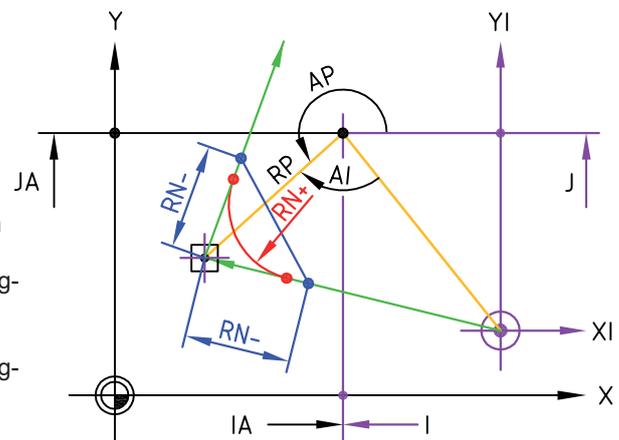
## G10 Verfahren mit Eilgang in Polarkoordinaten

- 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

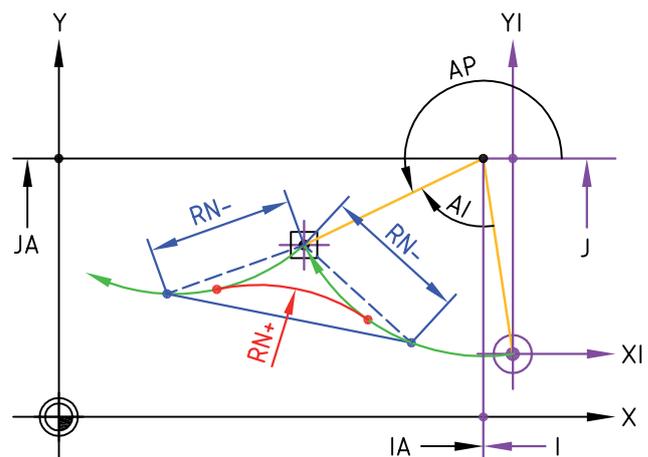
- RP Polarradius
- AP Polarwinkel bezogen auf die positive 1. Geometrieachse (X in G17)
- AI Inkrementeller Polarwinkel bezogen auf den Polarwinkel der aktuellen Werkzeugposition. Diese Adresse ist nur erlaubt, wenn der Pol von der aktuellen Werkzeugposition verschieden ist.
- I Inkrementelle Koordinateneingabe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



Projekt 2

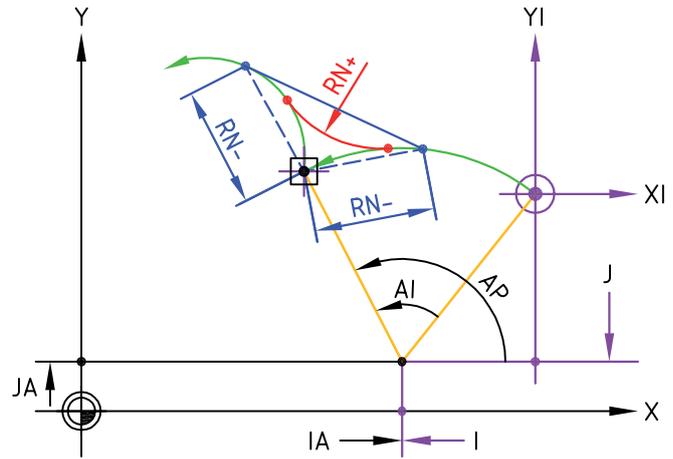
## G12 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn mit Polarkoordinaten

- 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

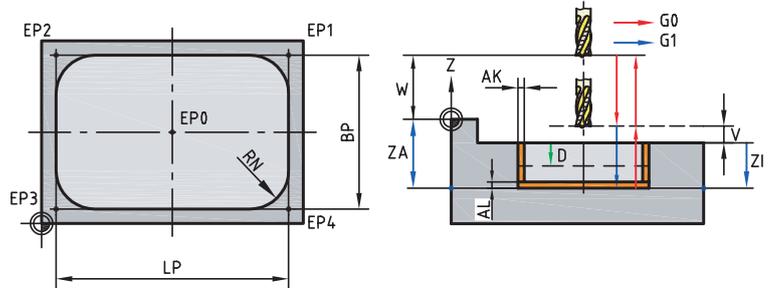
- AP Polarwinkel bezogen auf die positive 1. Geometrieachse (X in G17)
- AI Inkrementeller Polarwinkel bezogen auf den Polarwinkel der aktuellen Werkzeugposition. Diese Adresse ist nur erlaubt, wenn der Pol von der aktuellen Werkzeugposition verschieden ist.
- I Inkrementelle Koordinateneingabe zur aktuellen 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- Fasenbreite zum nächsten Konturelement



## 3. Bearbeitungszyklen

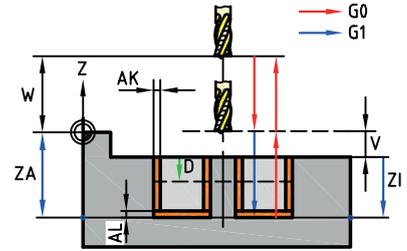
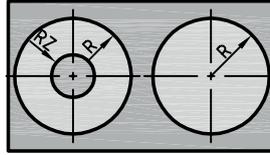
### G72 Rechtecktasche/Rechteckzapfen mit Fasen, Stufen

- 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
- CB Fasenbreite
- CM Arbeitsbereichsmittle des Faswerkzeugs in Prozent
- 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



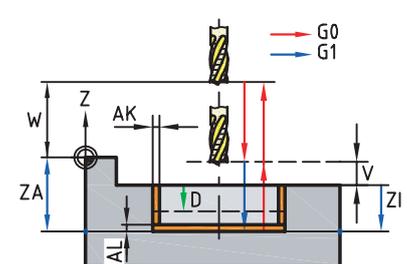
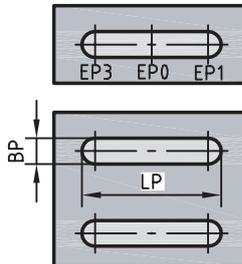
### G73 Kreistaschen- und Zapfenfräszyklus mit Fasen, Stufen

- ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- R Radius der Kreistasche
- D Zustelltiefe Schruppen, Zustelltiefenfolge berechnet mit D, DE und DS
- 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
- CB Fasenbreite
- CM Arbeitsbereichsmittle des Faswerkzeugs in Prozent  
Rand-Stufen:  
BA Stufenbreite  
WA Stufentiefe  
AK Aufmaß der Berandung  
AL Aufmaß des Taschenbodens  
E Vorschub beim Eintauchen  
H1 Schruppen  
H4 Schichten (Abfräsen d. Aufmaßes, zuerst Rand, dann Boden)  
H14 Schruppen und anschließendes Schichten (gleiches Werkzeug)  
W Höhe der Rückzugebene absolut in Werkstückkoordinaten



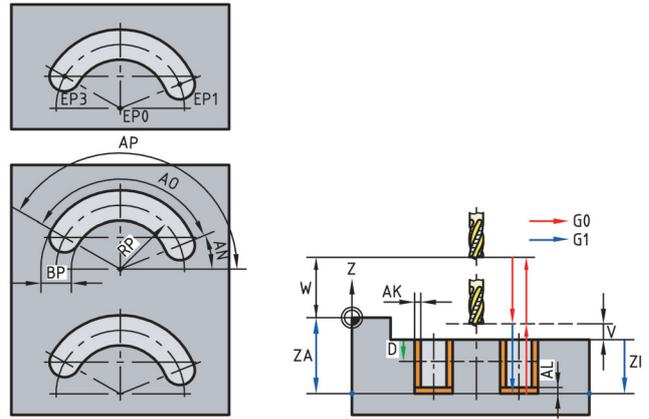
### G74 Nutenfräszyklus mit Fasen, Stufen

- ZA Tiefe absolut in der Zustellachse
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche in der Zustellachse
- LP Länge der Nut
- BP Breite der Nut
- D Zustelltiefe Schruppen, Zustelltiefenfolge berechnet mit D, DE und DS
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- HA/HI Absolute oder inkrementelle Zapfenhöhe
- QM Bearbeitungsauswahl:  
QM1 Bearbeiten ohne Stufen  
QM2 Bearbeiten mit Stufen  
QM-1 Fasen
- RM Bewegungs-Minimalradius in Prozent des Fräserdurchmessers bei den trochoidalen Schruppbewegungen
- CB Fasenbreite
- CM Arbeitsbereichsmittle des Faswerkzeugs in Prozent  
Rand-Stufen:  
BA Stufenbreite  
WA Stufentiefe  
EP Setzpunktfestlegung  
AK Aufmaß der Berandung  
AL Aufmaß des Taschenbodens  
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



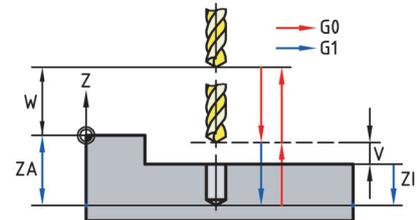
## G75 Kreisbogennut-Fräszyklus mit Fasen, Stufen

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 Schruppen, Zustelltiefenfolge berechnet mit D, DE und DS
V	Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
HA/HI	Absolute oder inkrementelle Zapfenhöhe
QM	Bearbeitungsauswahl: QM1 Bearbeiten ohne Stufen QM2 Bearbeiten mit Stufen QM-1 Fasen
RM	Bewegungs-Minimalradius in Prozent des Fräserdurchmessers bei den trochoidalen Schruppbewegungen
CB	Fasenbreite
CM	Arbeitsbereichsmittle des Faswerkzeugs in Prozent
BA	Stufenbreite
WA	Stufentiefe
EP	Setzpunktfestlegung
AK	Aufmaß der Berandung
AL	Aufmaß des Nutbodens
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



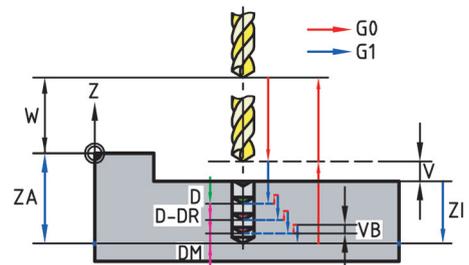
## G81 Bohrzyklus

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



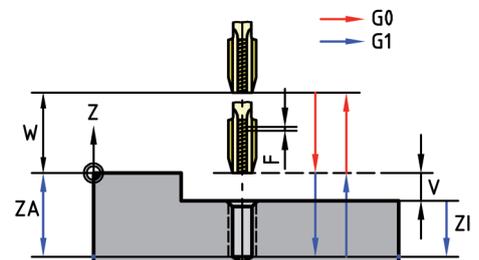
## G82 Tiefbohrzyklus mit Spanbruch

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



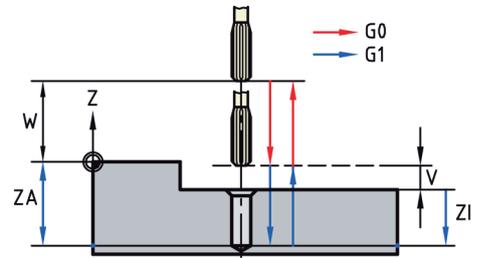
## G84 Gewindebohrzyklus

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



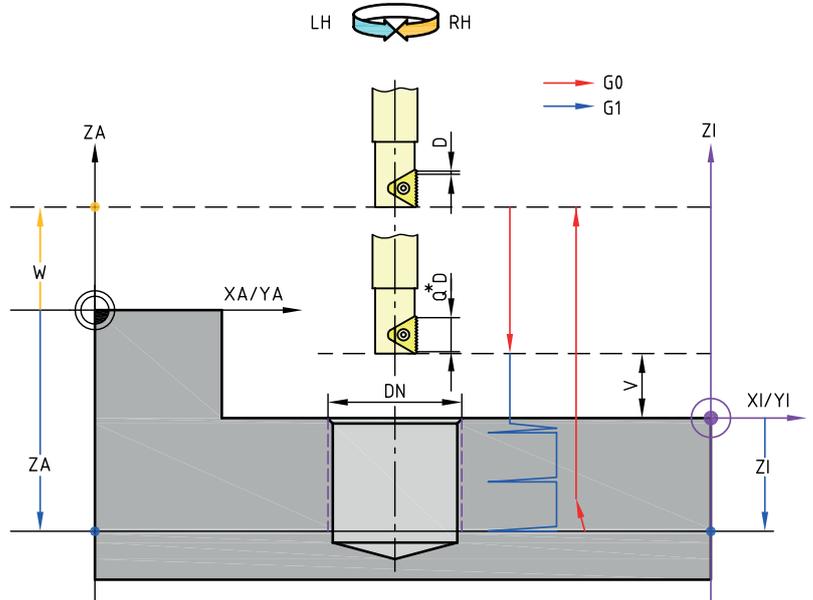
## G85 Reibzyklus

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



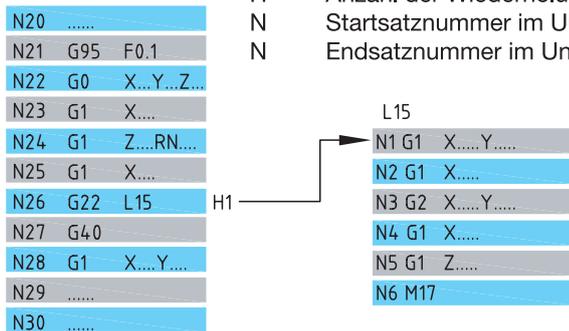
## G88 Innengewindefräszzyklus

- 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



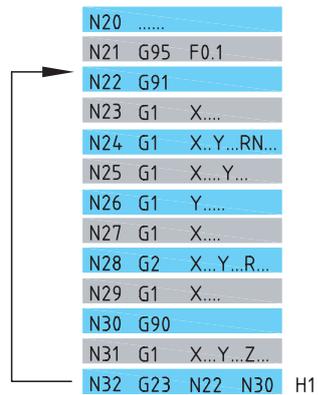
## G22 Unterprogrammaufruf

- L Nummer des Unterprogramms
- H Anzahl der Wiederholungen
- N Startsatznummer im Unterprogramm
- N Endsatznummer im Unterprogramm



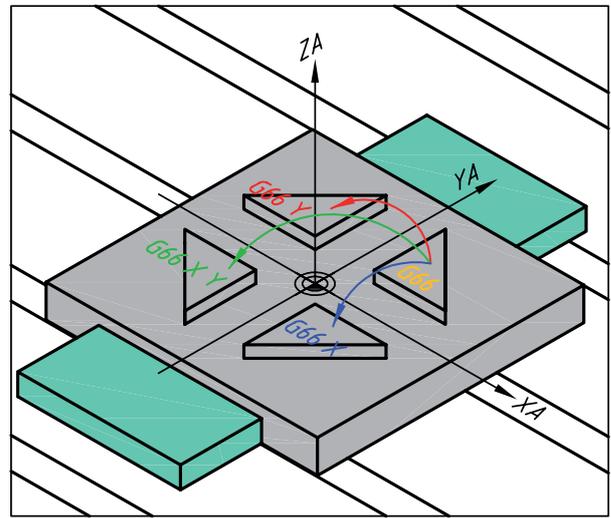
## G23 Programmteilwiederholung

- N Startsatznummer
- N Endsatznummer
- H Anzahl der Wiederholungen



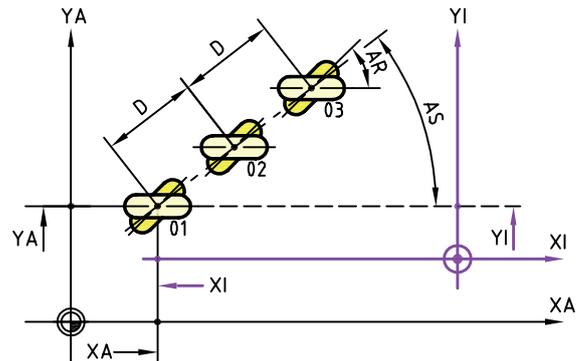
**G66 Spiegeln an der X- und/oder Y-Achse – Spiegelung aufheben**

- X Spiegeln an der X-Achse, X ohne Adresswert
- Y Spiegeln an der Y-Achse, Y ohne Adresswert
- Keine Adresse:**  
Die Spiegelungen werden aufgehoben



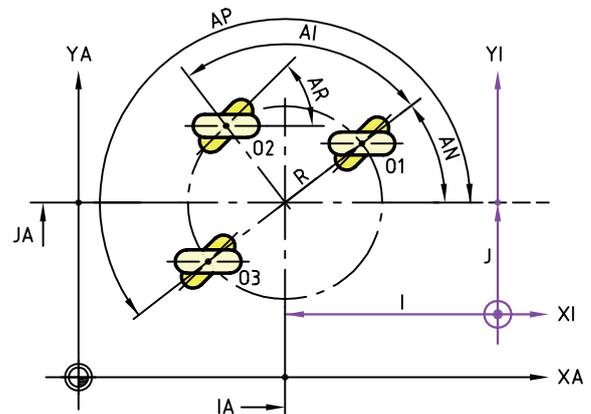
**G76 Mehrfachzyklus auf einer Geraden (Lochreihe), Rahmen oder Gitter**

- 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 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)



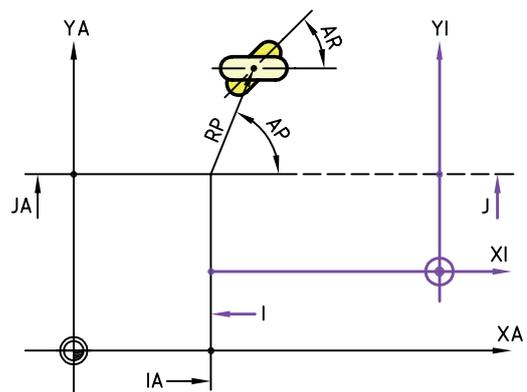
**G77 Mehrfachzyklusaufufruf auf einem Teilkreis (Lochkreis) oder mehreren konzentrischen Teilkreisen**

- 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



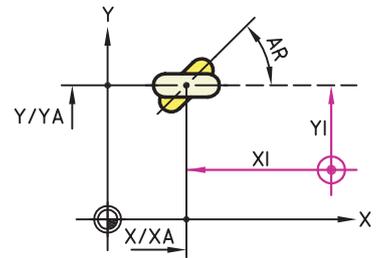
**G78 Zyklusaufufruf an einem Punkt (Polarkoordinaten)**

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



## G79 Zyklusaufwurf an einem Punkt (kartesische Koordinaten)

AR	Drehwinkel
X/Y/Z	Koordinateneingabe (gesteuert durch G90/G91)
XA/YA/ZA	Absolutmaße
XI/YI/ZI	Inkrementalmaße zur aktuellen Werkzeugposition



## HSC-Fräsen (trochoidales), konturparalleles und mäanderförmiges Fräsen

### G34 Eröffnung des Konturtaschenzyklus mit Vorbohren

ZA	Tiefe absolut
ZI	Inkrementell ab Materialoberfläche
AK	Aufmaß der Berandung
AL	Aufmaß des Bodens
T	Vorbohrwerkzeug
D	Zustelltiefe beim Vorbohren (muss zusammen mit T programmiert werden)
DM	Minimale Zustelltiefe
O	Auswahl der Verweilzeiteinheit:
U	Verweilzeit am Bohrgrund in Sekunden oder Zahl der Umdrehungen
VB	Sicherheitsabstand vom Bohrgrund
DR	Reduzierwert der Zustelltiefe

### G35 Schrupptechnologie des Konturtaschenzyklus erweitert um HSC-Fräsen

T	Werkzeugnummer
RM	Minimalradius der Schruppbewegungen beim Hochgeschwindigkeits-Fräsen
D	Maximale Zustelltiefe ab Materialoberfläche
S	Drehzahl/Schnittgeschwindigkeit
F	Vorschub beim Fräsen
E	Vorschub beim Eintauchen

### G36 Restmaterialschrupp-Technologie Konturtaschenzyklus erweitert um HSC-Fräsen

T	Werkzeugnummer
RM	Minimalradius der Schruppbewegungen beim Hochgeschwindigkeits-Fräsen
D	Maximale Zustelltiefe ab Materialoberfläche
S	Drehzahl/Schnittgeschwindigkeit
F	Vorschub beim Fräsen
E	Vorschub beim Eintauchen

### G37 Schlichttechnologie des Konturtaschenzyklus erweitert um HSC-Fräsen, Fasen und Stufen

T	Werkzeugnummer
RM	Minimalradius der Boden-Schlichtbewegungen beim Hochgeschwindigkeits-Fräsen
EC	Anzahl der Leerschnitte
QM	Bearbeitungsart Schlichten, Fasen oder Stufen
D	Maximale Zustelltiefe ab Materialoberfläche
S	Drehzahl/Schnittgeschwindigkeit
F	Vorschub beim Fräsen
E	Vorschub beim Eintauchen
H4	Schlichten (Abfräsen des Aufmaßes, zuerst Rand, dann Boden)

### G38 Konturbeschreibung des Konturtaschenzyklus

H1	Tasche
H2	Insel
H3	Tasche in Insel

### G80 Abschluss einer G38 – Taschen-/Insel-Konturbeschreibung

### **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, Zustelltieffolge 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**