

Neu geordnete industrielle Metallberufe

Zerspanungsmechaniker/-in Abschlussprüfung Teil 2 Schriftliche Prüfung Auftrags- und Funktionsanalyse Projekt 2 NC-Programm Drehen und Projekt 3 NC-Programm Fräsen (Verordnung vom 9. Juli 2004 und 23. Juli 2007)

Stand: März 2009

Inhalt:

1.	Allgemeines	1
2.	Ziel und Hintergrund	1
3.	Inhalte von vier Lernfeldern (340 h).....	1
4.	Prüfungsdurchführung	2
5.	Informationsmaterial	2.

1. Allgemeines

Seit 1987 werden PAL-CNC-Befehle in der Abschlussprüfung im Beruf Zerspanungsmechaniker/-in eingesetzt. Mit der Neuordnung des Ausbildungsberufes Zerspanungsmechaniker/-in in 2004 bzw. 2007 wurden die Inhalte des Ausbildungsrahmenplans sowie die Inhalte des Bundesrahmenlehrplans nicht nur an die heute bestehenden Anforderungen des Berufs Zerspanungsmechaniker/-in angepasst, **sondern auch die CNC-Programmierung der Schriftlichen Abschlussprüfung Teil 2 zugeordnet.**

Aufgrund der aktualisierten Inhalte der Verordnung und der Inhalte des Bundesrahmenlehrplans war somit eine Überarbeitung der alten PAL-CNC-Befehlskodierung seitens des zuständigen PAL-Arbeitskreises und Fachausschusses notwendig. Es entstand das neue PAL-Programmiersystem, das als Lehr- und Prüfmittel für die Aus- und Weiterbildung entwickelt wurde.

2. Ziel und Hintergrund

Ziel des PAL-Arbeitskreises und Fachausschusses war es, Voraussetzungen für eine moderne CNC-Ausbildung zu schaffen. Da-

bei sollten sich die unterschiedlichen Spezifikationen heutiger moderner CNC-Steuerungen im PAL-Programmiersystem wieder finden. Gleichfalls wurde berücksichtigt, dass in der modernen betrieblichen Fertigung immer umfangreichere und komplexere Bearbeitungsverfahren vorhanden und erforderlich sind. Auch war zu berücksichtigen, dass durch die Neuordnung in 2004 eine Verlagerung von Prüfungsinhalten von der praktischen Abschlussprüfung in die schriftliche Abschlussprüfung Teil 2 erfolgte.

3. Inhalte von vier Lernfeldern (340 h)

Laut Verordnung sollen in vier Lernfeldern mit insgesamt ca. 340 h im Berufsschulunterricht folgende Inhalte vermittelt werden:

• Programmieren und Fertigen mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen (Lernfeld 8)

- o CNC-Drehen, CNC-Fräsen
- o Arbeits- und Werkzeugpläne erstellen
- o Programmaufbau
- o Konturpunktberechnung
- o Wegbedingungen, Zusatzfunktionen
- o Schneidenradiuskompensation, Bahnkorrektur
- o Zyklen, Unterprogrammtechnik
- o Entwicklung von CNC-Programmen
- o Überprüfen und optimieren von Bearbeitungsprozessen durch Simulation, Datensicherung durchführen

- **Optimieren des Fertigungsprozesses (Lernfeld 10)**

- o Leistungsfähigkeit von Steuerungen
- o Gestalten, beurteilen und optimieren der Fertigungsprozesse
- o Planen von Bearbeitungsstrategien
Fertigungsparameter festlegen unter Berücksichtigung des Werkzeugs und des Werkstoffs

- **Planen und Organisieren rechnergestützter Fertigung (Lernfeld 11)**

- o Programmstruktur
- o Parameterprogrammierung
- o Werkzeugdatenbank
- o Erstellen der CNC-Programme für die Fertigung von Werkstücken mit komplexen Geometrien
- o Simulieren, ändern, optimieren, speichern, übertragen der erstellten Programme und Programmablauf testen

- **Vorbereiten und Durchführen eines Einzelfertigungsauftrages (Lernfeld 12)**

- o Mehrachsenbearbeitung
- o Fertigungsunterlagen erstellen
- o Werkzeug- und Werkstückspannsysteme
- o Bearbeitungsstrategien festlegen

4. Prüfungsdurchführung

Aus den Auszügen der veröffentlichten PAL-Programmierbeispiele Drehen und Fräsen auf den Folgeseiten ersehen Sie die Prüfungsstruktur und Inhalte der Schriftlichen Prüfung.

5. Informationsmaterial

Die PAL hat für das PAL-Programmiersystem Drehen und Fräsen jeweils ein Handbuch sowie Programmierbeispiele mit verschiedenen Schwierigkeitsgraden zusammengestellt.

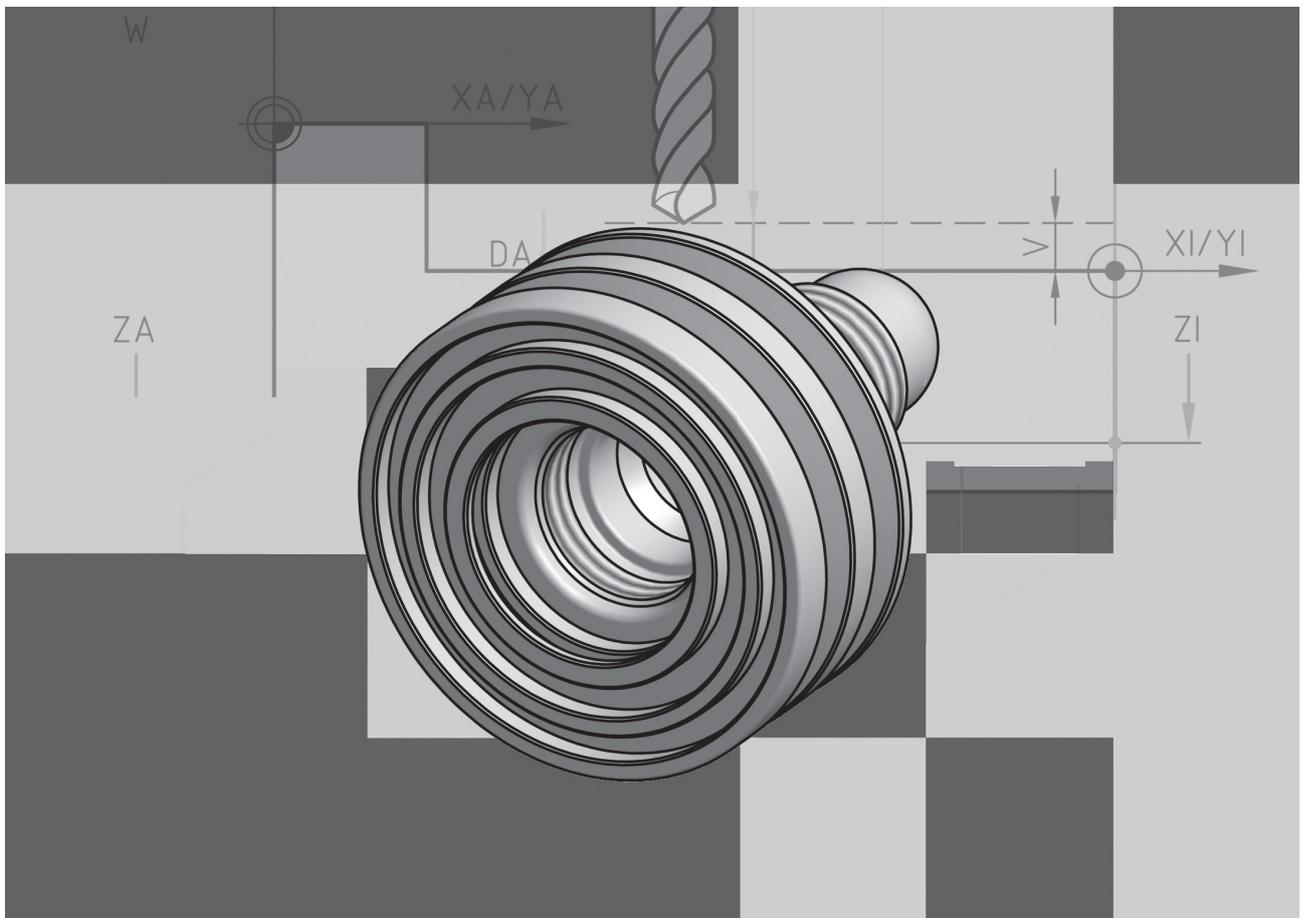
Diese Bücher sind bei den einschlägigen Lehrmittelherstellern erhältlich.

- PAL-Programmiersystem Drehen – ISBN-Nr. 978-3-86522-442-2
- PAL-Programmiersystem Fräsen – ISBN-Nr. 978-3-86522-443-9
- PAL-Programmierbeispiele Drehen – ISBN-Nr. 978-3-86522-463-7
- PAL-Programmierbeispiele Fräsen – ISBN-Nr. 978-3-86522-464-4

PAL-Programmiersystem

Drehen: Kugel

Programmierbeispiel %3



IHK**Programmbeispiel 3****Aufgabenbeschreibung
CNC Drehen****Zerspanungsmechaniker/-in****1. Aufgabenbeschreibung**

Das auf der Zeichnung 1(1) dargestellte Werkstück soll in einer größeren Stückzahl auf einer CNC-Drehmaschine gefertigt werden. Die erforderlichen Programme für die Innen- bzw. Außenbearbeitung sind auf den beiliegenden Programmblättern unvollständig vorgegeben. Diese Programme sind zu ergänzen und zu optimieren. Außerdem ist das Einrichteblatt auszufüllen.

2. Vorgabezeit: XX min**3. Erlaubte Hilfsmittel:** Taschenrechner (nicht programmierbar), Tabellenbuch, Formelsammlung**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 einen automatischen Werkzeugwechsler.
- Der Werkzeugträger befindet sich hinter der Drehmitte (+ X hinten).
- Der Werkzeugwechsellpunkt wird mit G 14 angefahren.
- Die Drehmeißel sind an der dem Backenfutter zugewandten Schneidkante vermessen.
- Beim Abspannzyklus G 81 und G 82 ist die maximale Schnitttiefe unter D einzutragen.
- Beim Gewindezyklus G 31 ist der Startpunkt des Gewindes 3 x Gewindesteigung P.
Zu programmierende Gewindelänge: Gesamte Gewindelänge (einschließlich Freistich) - 0,5 mm
- Für das Konturdrehen des Werkstücks ist zu beachten:
 - o Aufmaß beim Drehen der Planfläche 0,1 mm für das Fertigdrehen
 - o Aufmaß im Durchmesser 1 mm über Nennmaß
 - o Aufmaß in den Längen 0,1 mm
 - o Bei Toleranzen ist von Toleranzmitte auszugehen
 - o Der Anfahrabstand beträgt Z = 2 mm

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 Drehteils fachgerecht erfolgen könnte. Dazu sollten Sie auch die Programmblätter heranziehen, die Ihnen zeigen, welche Arbeitsfolgen der Programmierer vorgesehen hat.
- Tragen Sie in das Einrichteblatt die Arbeitsfolgen ein, beginnend vom Prüfen des Halbzeugs bis zum Ausspannen des fertigen Werkstücks.
- Wählen Sie aus der Werkzeugformdatei die Werkzeuge aus, die bei der Fertigung eingesetzt werden. Tragen Sie die Werkzeugnummern an der richtigen Stelle des Einrichteplans ein.
- Arbeiten Sie das gegebene Programm Satz für Satz durch und ergänzen Sie die Felder des Hauptprogramms, die durch ein Raster bzw. durch Punktlinien umrahmt 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.

Programmieranleitung PAL-CNC-Drehmaschine

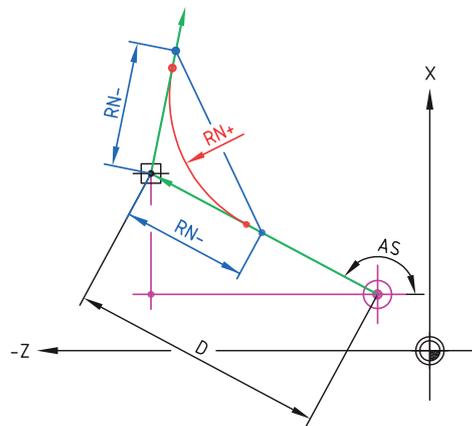
1. Wegbedingungen

Code Bedeutung

G 0	Verfahren im Eilgang
G 40	Abwahl der Schneidenradiuskorrektur SRK
G 41 / G 42	Anwahl der Schneidenradiuskorrektur SRK
G 50	Aufheben von inkrementellen Nullpunkt-Verschiebungen und Drehungen
G 53	Alle Nullpunktverschiebungen und Drehungen aufheben
G 54 - G 57	Einstellbare absolute Nullpunkte
G 59	Inkrementelle Nullpunktverschiebung kartesisch und Drehung
G 80	Abschluss einer Bearbeitungs-Konturbeschreibung
G 90	Absolutmaßangabe einschalten
G 91	Kettenmaßangabe einschalten
G 92	Drehzahlbegrenzung
G 94	Vorschub in Millimeter pro Minute (mm/min)
G 95	Vorschub in Millimeter pro Umdrehung (mm/U)
G 96	Konstante Schnittgeschwindigkeit
G 97	Konstante Drehzahl (min ⁻¹)

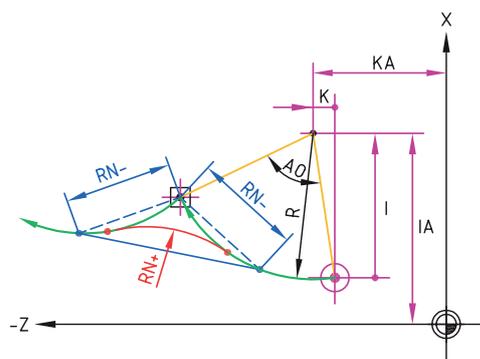
G1 Linearinterpolation im Arbeitsgang

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



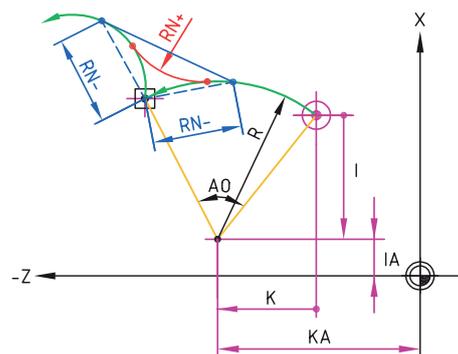
G2 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn

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
RN-	Fasenbreite
E	Feinkonturvorschub auf Übergangselementen



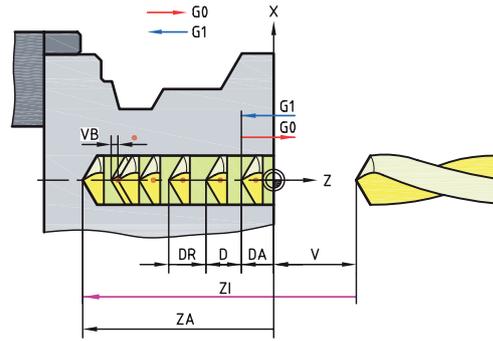
G3 Kreisinterpolation entgegen dem Uhrzeigersinn

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
RN-	Fasenbreite
E	Feinkonturvorschub auf Übergangselementen



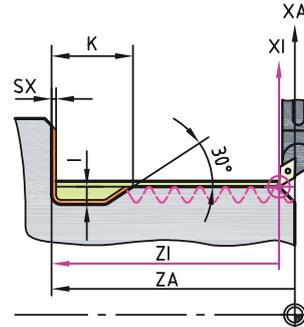
G84 Bohrzyklus

- 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



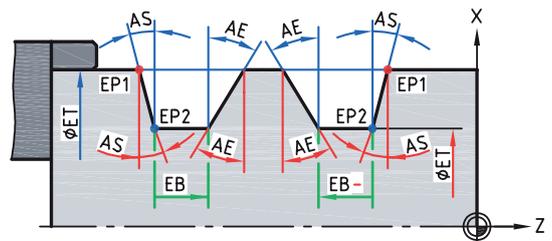
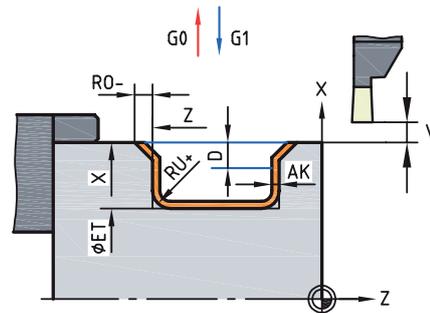
G85 Freistichzyklus

- 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



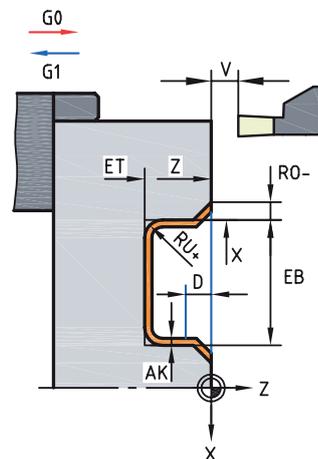
G86 Radialer Stechzyklus

- XA / ZA Einstichsetzposition, Absolutmaß
- XI / ZI Einstichsetzposition, Inkrementalmaß
- ET Durchmesser absolut
- EB Breite des Einstichs
- EB positiv: Einstich in Richtung Z+ v. d. Einstichposition
- EB negativ: Einstich in Richtung Z- v. d. Einstichposition
- D Zustelltiefe
- RO Verrundung (+) oder Fase (-) der oberen Ecken
- RU Verrundung (+) oder Fase (-) der unteren Ecken
- AK Konturparalleles Aufmaß
- V Sicherheitsabstand über der Einstichöffnung (Überführung im Vorschub)
- H14 Schruppen und anschließendes Schlichten (gleiches Werkzeug)
- EP Setzpunktfestlegung
- EP1: bei Einstichöffnung EP2: am Einstichgrund
- AE Flankenwinkel des Einstichs
- AS Flankenwinkel des Einstichs



G88 Axialer Stechzyklus

- XA / ZA Einstichsetzposition, Absolutmaß
- XI / ZI Einstichsetzposition, Inkrementalmaß
- ET Stechgrund oder Einstichöffnung in Z- Achse
- EB Breite des Einstichs
- EB positiv: Einstich in Richtung X+ v. d. Einstichposition
- EB negativ: Einstich in Richtung X- v. d. Einstichposition
- D Zustelltiefe
- RO Verrundung (+) oder Fase (-) der oberen Ecken
- RU Verrundung (+) oder Fase (-) der unteren Ecken
- AK Konturparalleles Aufmaß
- V Sicherheitsabstand über der Einstichöffnung (Überführung im Vorschub)
- H14 Schruppen und anschließendes Schlichten (gleiches Werkzeug)
- EP Setzpunktfestlegung
- EP1: bei Einstichöffnung EP2: am Einstichgrund



IHK

Programmbeispiel 3

Werkzeugformdatei
CNC Drehen

Zerspanungsmechaniker/-in

Werkstück: Kugel	Werkstoff: EN AW-ALMgSi	Programm-Nr.: % 3
Zeichnung: 1(1)	Halbzeug: \varnothing 100x122	Datum:

Werkzeuge für Außenbearbeitung

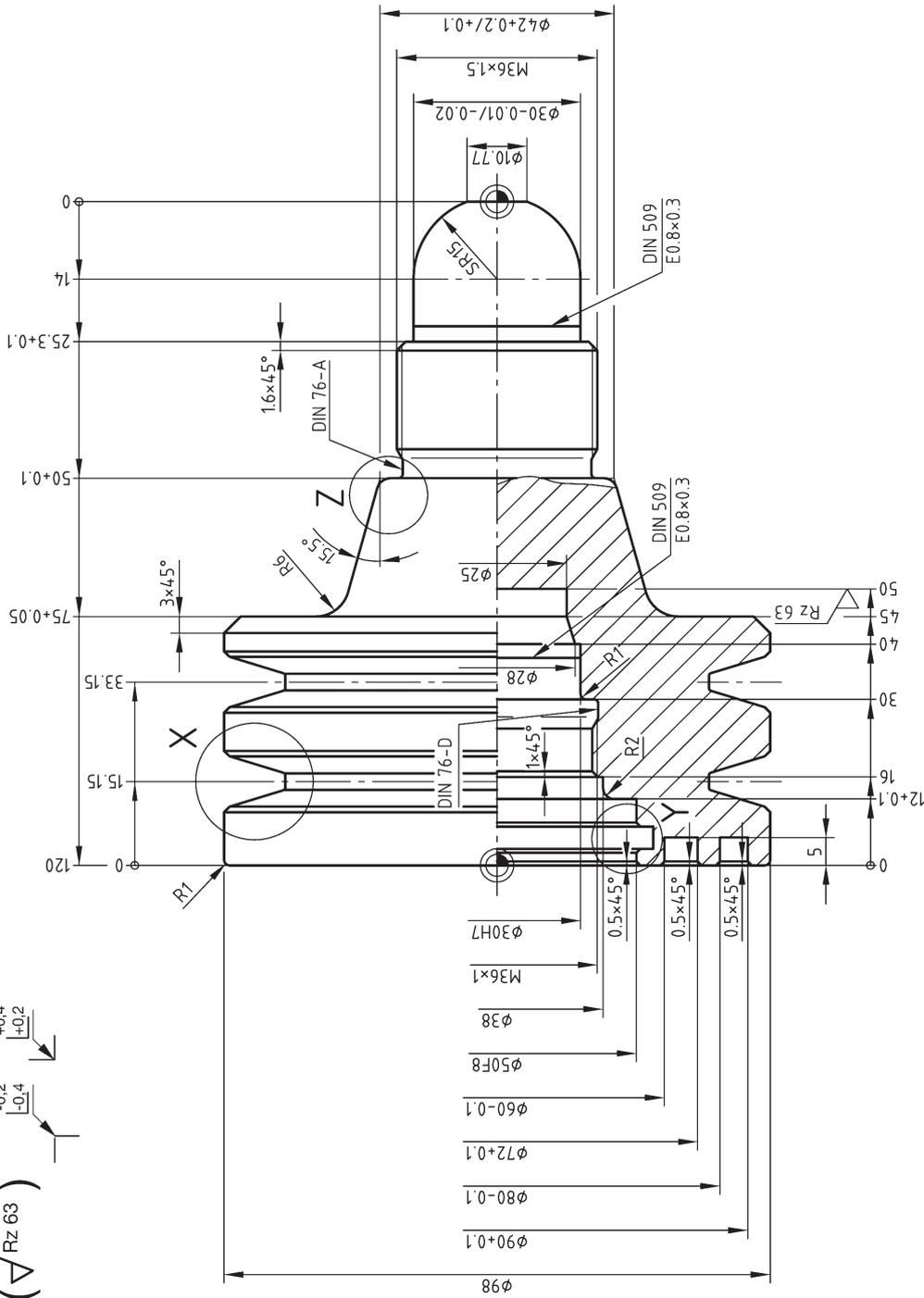
Technologische Daten									
Werkzeug-Nr.	T 1	T 3	T 5	T 7	T 9	T 11	T 13	T 15	
Schneidenradius	0,8 mm	0,4 mm	0,8 mm	0,4 mm	0,2 mm	0,4 mm	0,15 mm	-	
Schnittgeschwindigkeit	400 m/min	450 m/min	400 m/min	450 m/min	400 m/min	450 m/min	200 m/min	150 m/min	
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	2,5 mm	2,5 mm	2,5 mm	2,5 mm	0,5 mm	0,5 mm	-	-	
Schneidstoff	N 10	N 10							
Vorschub je Umdr./Steig.	0,3/0,1 mm	0,3/0,1 mm	0,3/0,1 mm	0,2/0,1 mm	0,2/0,1 mm	0,2/0,1 mm	0,15/0,05 mm	1,5 mm	
+X ↑									
+Z ↑									

Werkzeuge für Innenbearbeitung

Technologische Daten									
Werkzeug-Nr.	T 2	T 4	T 6	T 8	T 10	T 12	T 14	T 16	
Querauslage Q	24 mm	23 mm	23 mm	23 mm	14 mm	20 mm	-	-	
Schneidenradius	-	0,4 mm	0,8 mm	0,2 mm	0,1 mm	-	0,2 mm	0,2 mm	
Schnittgeschwindigkeit	300 m/min	350 m/min	350 m/min	350 m/min	200 m/min	150 m/min	200 m/min	200 m/min	
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	-	1,5 mm	1,5 mm	0,5 mm	-	-	-	-	
Schneidstoff	N 10	N 10	N 10	N 10	N 10	N 10	N 10	N 10	
Vorschub je Umdreh./Steig.	0,18 mm	0,2/0,1 mm	0,2/0,1 mm	0,1/0,05 mm	0,1/0,05 mm	1 mm	0,1 mm	0,1 mm	
+X ↑									
+Z ↑									

© 2008, IHK Region Stuttgart, alle Rechte vorbehalten

1 $\sqrt{Rz\ 16}$ ($\sqrt{Rz\ 63}$) $\begin{matrix} +0,4 \\ -0,2 \end{matrix}$ $\begin{matrix} +0,2 \\ -0,4 \end{matrix}$



IHK - Programmbeispiel 3

Zerspanungsmechaniker/-in

Blatt: 1(2)

Maßstab
Allgemein-
toleranz
ISO 2768-m

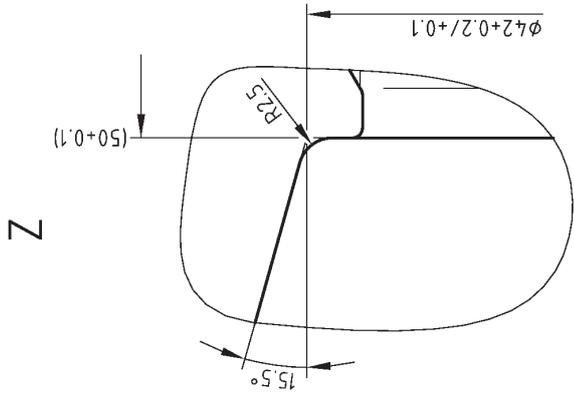
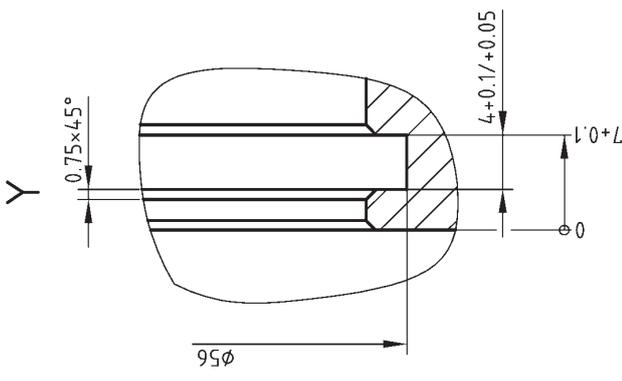
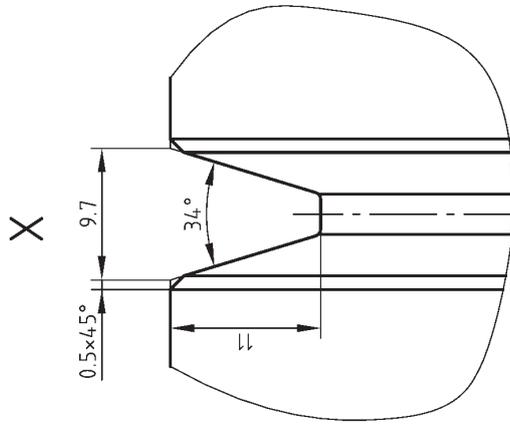


CNC - Drehen

1 $\sqrt{Rz\ 16}$ ($\sqrt{Rz\ 63}$)

$\begin{matrix} +0,4 \\ -0,2 \\ -0,4 \end{matrix}$

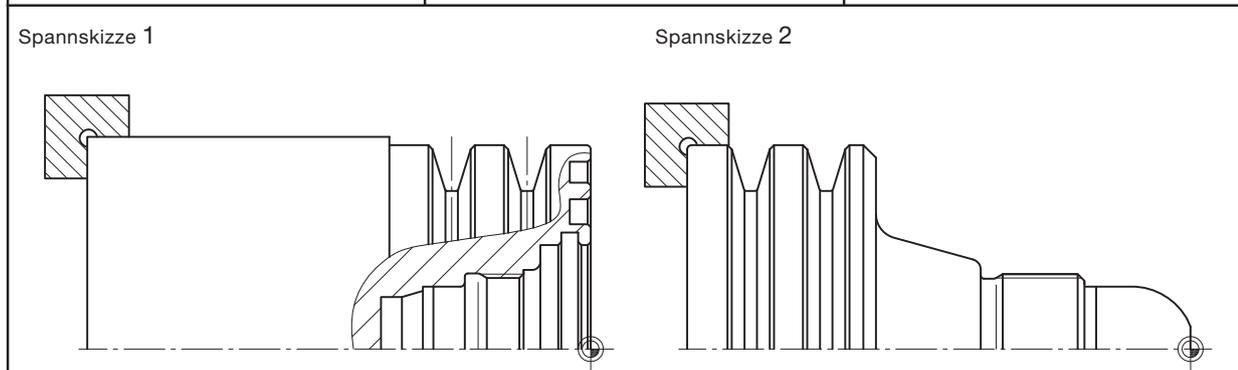
$\begin{matrix} +0,2 \\ +0,2 \end{matrix}$



1	Kugel	EN AW-AlMgSi	1	Rd 100x122 EN 754-3
Stück	Benennung	Normblatt	Werkstoff	Pos.-Nr. Halbzeug
		IHK - Programmbeispiel 3		
		Maßstab — Allgemein- toleranz ISO 2768-m		
		Zerspanungsmechaniker/-in		
		CNC - Drehen		
				Blatt: 2(2)

IHK- Programmbeispiel 3	
Einrichteblatt - Lösungsvorschlag CNC - Drehen	Zerspanungsmechaniker/-in

Werkstück: Kugel	Werkstoff: EN AW-ALMgSi	Programm-Nr.: % 3
Zeichnung: 1(2)	Rohmaße: \varnothing 100x122	Datum:



Lösungsvorschlag

Nr.	Arbeitsfolge	Werkzeug-Nr.	Bemerkung
1	Prüfen der Rohmaße		Spannskizze 1
2	Spannen des Werkstücks		
3	Festlegen des Werkstück-Nullpunktes		
4	Quer-Plandrehen der Länge 121 mm	T 1	mit Aufmaß
5	Bohren \varnothing 24 mm, 50 mm tief	T 2	
6	Vordrehen der Innenkontur	T 6	mit Aufmaß
7	Drehen der Außenkontur	T 5	
8	Fertigdrehen der Innenkontur	T 8	
9	Gewindedrehen M36 x 1	T 12	
10	Planeinstich, 5 tief	T 14	
11	Planeinstich, 5 tief	T 16	
12	Inneneinstich 4 mm breit	T 10	
13	Keilriemeneinstich 2 x	T 13	
14	Qualitätskontrolle		
15	Ausspannen des Werkstücks		

Nr.	Arbeitsfolge	Werkzeug-Nr.	Bemerkung
1	Prüfen der Rohmaße		Spannskizze 2
2	Spannen des Werkstücks		
3	Festlegen des Werkstück-Nullpunktes		
4	Quer-Plandrehen der Länge 120 mm	T 1	
5	Vordrehen der Außenkontur	T 5	mit Aufmaß
6	Fertigdrehen der Außenkontur	T 7	
7	Gewindedrehen M36 x 1,5	T 15	
8	Qualitätskontrolle		
9	Ausspannen des Werkstücks		

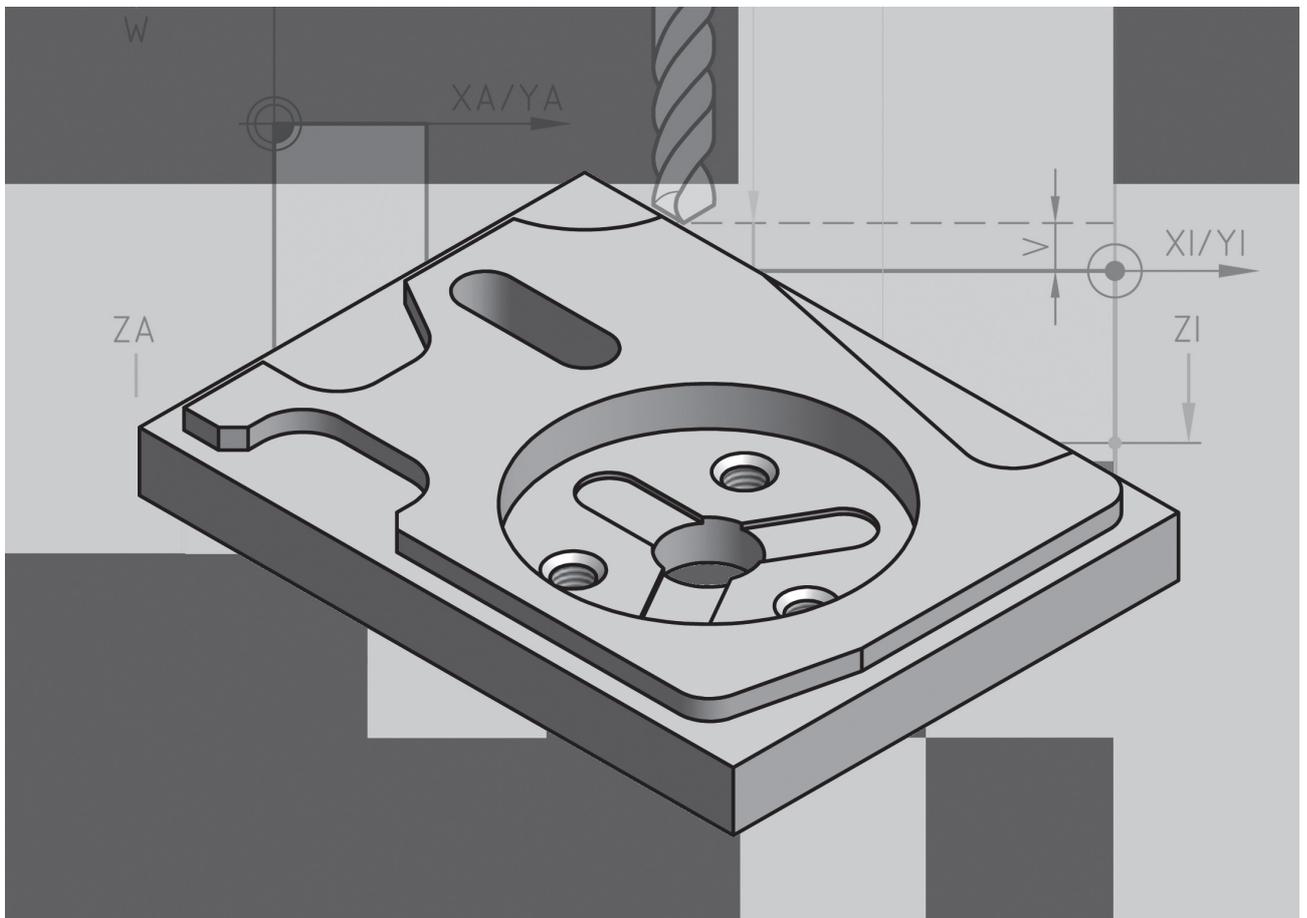
Bewertung 10 - 9 - 7 - 5 - 3 - 0 Punkte

--	--

PAL-Programmiersystem

Fräsen: Formplatte

Programmierbeispiel %3



IHK	
Programmbeispiel 3	
Aufgabenbeschreibung CNC-Fräsen	Zerspanungsmechaniker/-in

1. Aufgabenbeschreibung für das Projekt "Fräsen"

Das auf der Zeichnung 1(1) 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. Außerdem ist das Einrichteblatt auszufüllen.

2. Vorgabezeit: XX min

3. Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar), Tabellenbuch, Formelsammlung

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. Die Ebenenauswahl G17 braucht deshalb nicht im Programm angegeben werden.
- Der Werkzeugwechsellpunkt wird mit Positionierlogik angefahren.
- Das Werkstück ist im Gleichlauf zu fräsen.
- 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 Konturfräsen 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.
- Tragen Sie in das Einrichteblatt die Arbeitsfolgen ein, beginnend vom Prüfen der Rohmaße bis zum Ausspannen und Entgraten des fertigen Werkstücks.
- Wählen Sie aus der Werkzeugformdatei die Werkzeuge aus, die bei der Fertigung eingesetzt werden. Tragen Sie die Werkzeugnummern an die richtige Stellen des Einrichteplans 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.

Programmieranleitung PAL-CNC-Fräsmaschine

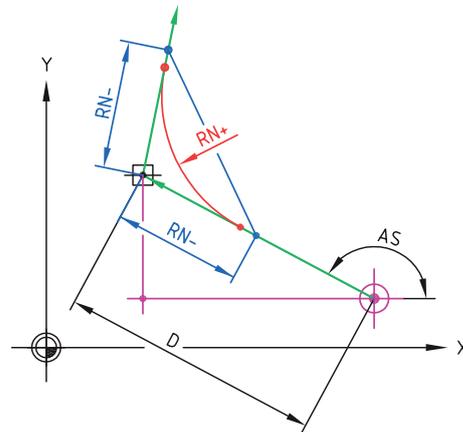
1. Wegbedingungen

Code Bedeutung

G 0	Verfahren im Eilgang
G 40	Abwahl der Fräserradiuskorrektur
G 41 / G 42	Anwahl der Fräserradiuskorrektur
G 45	Lineares tangentes Anfahren an einer Kontur
G 46	Lineares tangentes Abfahren von einer Kontur
G 47	Tangentes Anfahren an eine Kontur im Viertelkreis
G 48	Tangentes Abfahren von einer Kontur im Viertelkreis
G 50	Aufheben von inkrementellen Nullpunkt-Verschiebungen und Drehungen
G 53	Alle Nullpunktverschiebungen und Drehungen aufheben
G 54 - G 57	Einstellbare absolute Nullpunkte
G 59	Inkrementelle Nullpunktverschiebung kartesisch und Drehung
G 90	Absolutmaßangabe einschalten
G 91	Kettenmaßangabe einschalten
G 94	Vorschub in Millimeter pro Minute (mm/min)
G 95	Vorschub in Millimeter pro Umdrehung (mm/U)
G 97	Konstante Drehzahl (min ⁻¹)

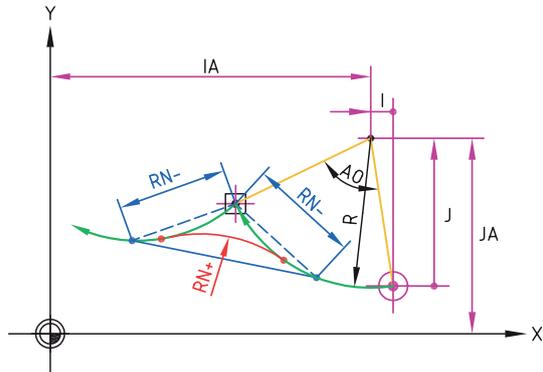
G1 Linearinterpolation im Arbeitsgang

- 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



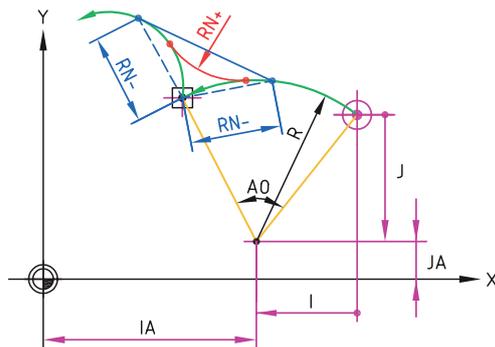
G2 Kreisinterpolation im Uhrzeigersinn

- 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
- RN- Fasenbreite



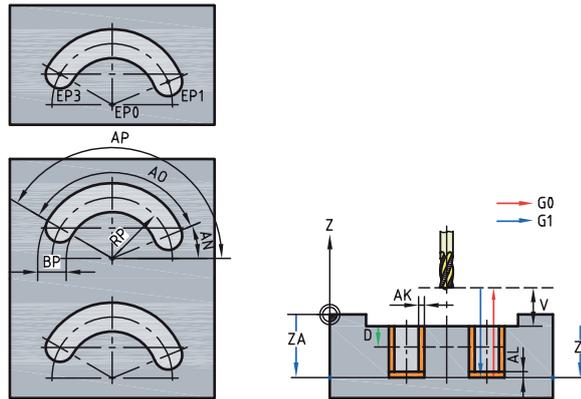
G3 Kreisinterpolation entgegen dem Uhrzeigersinn

- 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
- RN- Fasenbreite



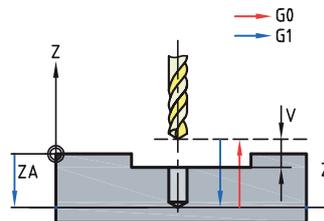
G75 Kreisbogennut-Fräszyklus

- ZA Tiefe absolut
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche
- BP Breite der Nut
- RP Radius der Nut
- AN Polarer Startwinkel
- AO Polarer Öffnungswinkel
- AP Polarer Endwinkel des Nutenkreismittelpunktes
- D Zustelltiefe
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- EP Setzpunktfestlegung
- AK Aufmaß der Berandung
- AL Aufmaß auf dem Nutboden
- E Vorschub beim Eintauchen



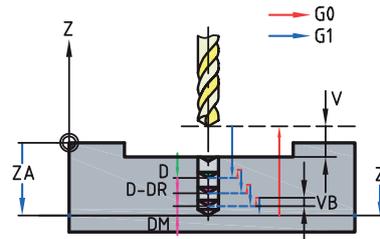
G81 Bohrzyklus

- ZA Tiefe absolut
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche



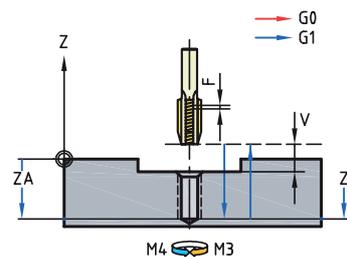
G82 Tiefbohrzyklus mit Spanbruch

- ZA Tiefe absolut
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche
- D Zustelltiefe
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- E Anbohrvorschub



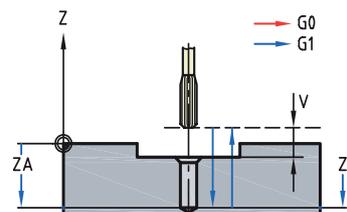
G84 Gewindebohrzyklus

- ZA Tiefe absolut
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche
- F Gewindesteigung (mm/U)
- M Drehrichtung
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche



G85 Reibzyklus

- ZA Tiefe absolut
- ZI Inkrementell ab Materialoberfläche
- V Abstand Sicherheitsebene v. d. Materialoberfläche
- E Rückzugsvorschub (mm/min)



IHK

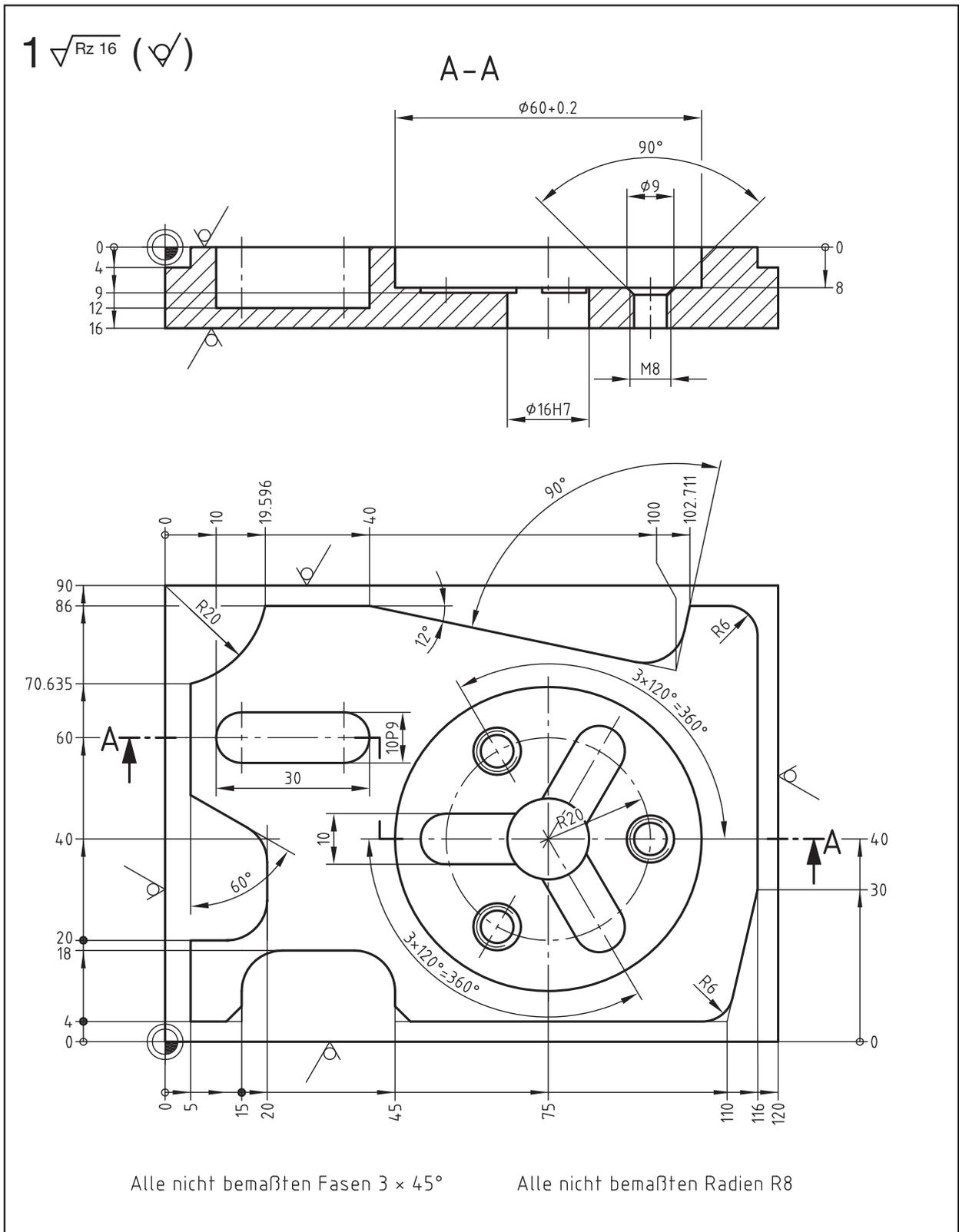
Programmbeispiel 3

Werkzeugformdatei
CNC Fräsen

Zerspanungsmechaniker/-in

Werkstück: Formplatte	Werkstoff: S235JR+C	Programm-Nr.: % 3
Zeichnung: 1(1)	Halbzeug: 90x16x120	Datum:

Technologische Daten									
Werkzeug-Nr.	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	
Werkzeugdurchmesser	12 mm	10 mm	63 mm	50 mm	25 mm	25 mm	20 mm	20 mm	
Schnittgeschwindigkeit	30 m/min	140 m/min	35 m/min	35 m/min	35 m/min	35 m/min	35 m/min	35 m/min	
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	-	-	10 mm	10 mm	20 mm	20 mm	15 mm	15 mm	
Schneidstoff	HSS	VHM	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	
Anzahl der Schneiden	-	4	8	6	5	5	4	4	
Vorschubgeschwindigkeit	120 mm/min	440 mm/min	130 mm/min	90 mm/min	220 mm/min	150 mm/min	220 mm/min	150 mm/min	
									Stirnschnitten 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	10 mm	8 mm	15,75 mm	16 mm	6,8 mm	M8	
Schnittgeschwindigkeit	120 m/min	120 m/min	120 m/min	120 m/min	30 m/min	15 m/min	30 m/min	10 m/min	
Schnitttiefe $a_p = \text{max.}$	6 mm	6 mm	5 mm	4 mm	-	-	-	-	
Schneidstoff	VHM	VHM	VHM	VHM	HSS	HSS	HSS	HSS	
Anzahl der Schneiden	4	4	3	3	-	-	-	-	
Vorschubgeschwindigkeit	1010 mm/min	630 mm/min	570 mm/min	570 mm/min	90 mm/min	85 mm/min	95 mm/min	Stg. 1,25 mm	
									Stirnschnitten mit Zentrumschnitt

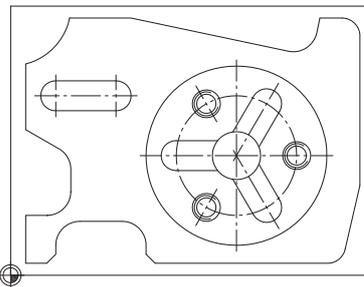
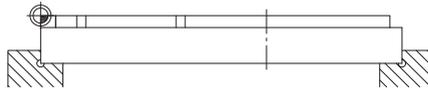


1	Formplatte		S235JR+C	1	FI 90x16x120 EN 10278
Stück	Benennung	Normblatt	Werkstoff	Pos.-Nr.	Halbzeug
		IHK – Programmbeispiel 3			
Maßstab _____		Zerspanungsmechaniker/-in			Blatt: 1(1)
Allgmein- toleranz ISO 2768-m		CNC Fräsen			

IHK- Programmbeispiel 3	
Einrichteblatt - Lösungsvorschlag CNC - Fräsen	Zerspanungsmechaniker/-in

Werkstück: Formplatte	Werkstoff: S235JR+C	Programm-Nr.: % 3
Zeichnung: 1 (1)	Halbzeug: 90x16x120	Datum:

Das Teil ist auf der Senkrechtfräsmaschine im Gleichlauf zu fräsen.



Lösungsvorschlag

Nr.	Arbeitsfolge	Werkzeug-Nr.	Bemerkung
1	Prüfen der Rohmaße		
2	Spannen des Werkstücks		
3	Festlegen des Werkstücknullpunktes		
4	Vorfräsen der Aussparungen	T 7	mit Aufmaß
5	Vorfräsen der Außenkontur	T 9	mit Aufmaß
6	Vorfräsen der der Kreistasche	T 9	mit Aufmaß
7	Fertigfräsen der Aussparungen und der Kreistasche	T 8	
8	Fertigfräsen der Außenkontur	T 10	
9	Zentrieren und senken für Ø 16H7 und Gewinde M8	T 1	
10	Bohren der Kernlochdurchmesser für Gewindebohrungen M8 und vorbohren für Ø 16H7	T 15	
11	Gewindebohren M8	T 16	
12	Bohren für Ø 16H7	T 13	
13	Reiben Ø 16H7	T 14	
14	Fräsen der Nuten	T 11	
15	Fräsen des Langlochs	T 12	
16	Qualitätskontrolle		
17	Ausspannen des Werkstücks		
18	Entgraten des Werkstücks		



PAL - Prüfungsaufgaben- und
Lehrmittelentwicklungsstelle
IHK Region Stuttgart

**PAL - Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle
IHK Region Stuttgart**

Jägerstraße 30, 70174 Stuttgart, Telefon 0711 615577-0, Telefax -30
pal@stuttgart.ihk.de, www.ihk-pal.de