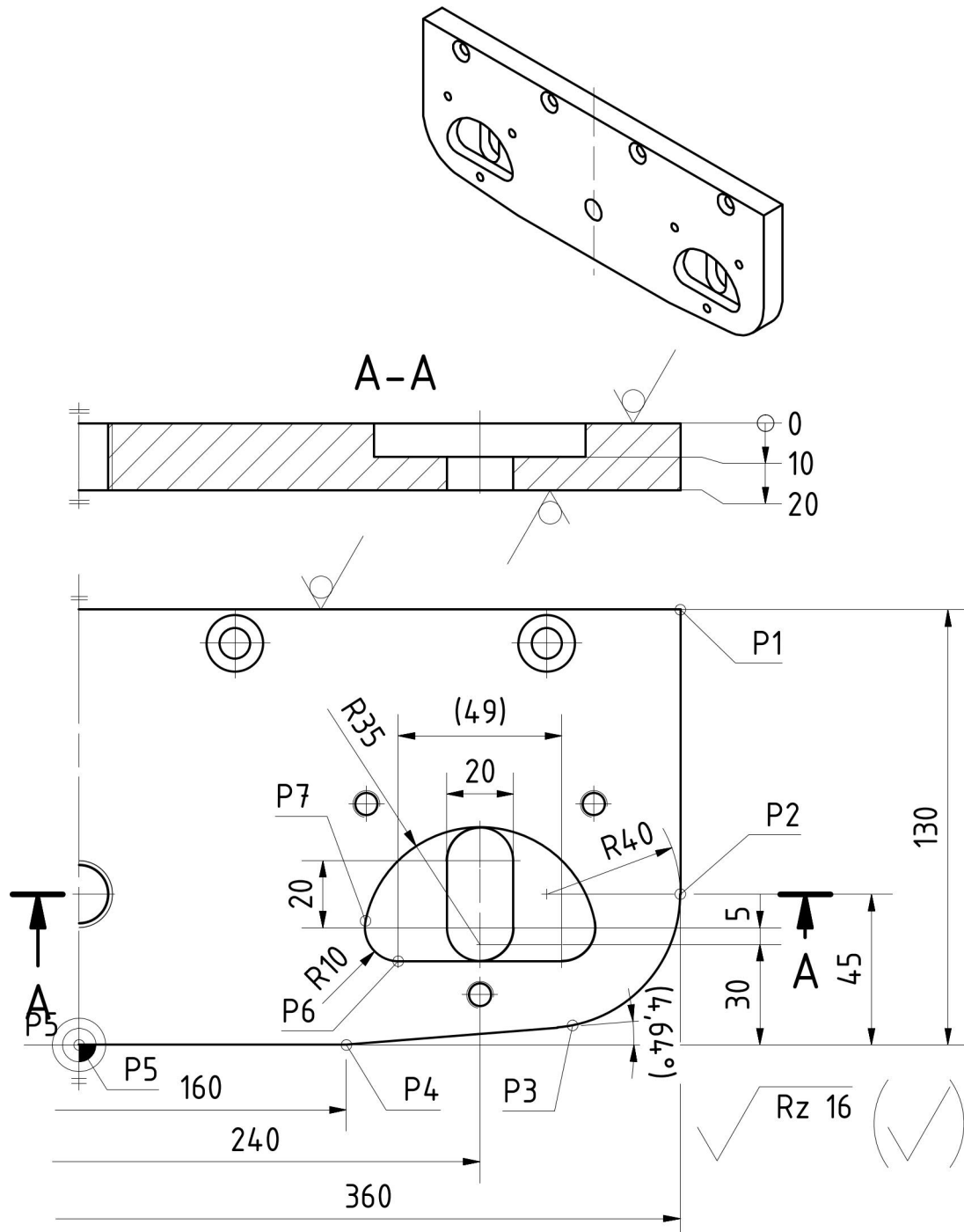




## tgtm HP 2013/14-4: Radaufnahme

(Wahlaufgabe)

Die folgend unmaßstäblich dargestellte Radaufnahme aus AlCu4Mg1 soll auf einer Fräsmaschine hergestellt werden. Hierzu steht eine mehrachsige CNC-Fräsmaschine zur Verfügung.





- 1 Ermitteln Sie die technologischen Daten F und S für die Herstellung der Außenkontur mit dem Werkzeug T1. Ergänzen Sie die Tabelle auf dem Arbeitsblatt 2. 3,0
- 2 Bestimmen Sie für den Koordinatenplan auf dem Arbeitsblatt 2 die Punkte P1 – P5. Entwickeln Sie einen Lösungsansatz für die fehlenden Koordinaten von Punkt P3. 4,0
- 3 Die Außenkontur der Radaufnahme wird mit dem Werkzeug T1 hergestellt. Entwickeln Sie den CNC-Programmteil bis zum Punkt P1. Starten Sie den Programmteil im Werkzeugwechsellpunkt P0. 3,0
- 4 Die beiden Langlöcher  $\varnothing 20$  mm x 20 mm sind mit einem Programmzyklus zu fertigen. 5,0  
Entwerfen Sie die fehlenden Programmsätze des unten stehenden Programmteils.  
N400 ... T2 S21000 F2940 M3  
N410 ...  
... G0 Z100 M9  
... G0 X0 Y-150
- 5 Zum Fräsen der halbrunden Formelemente wird ein Unterprogramm verwendet. Das Formelement soll ohne die Verwendung der Werkzeugbahnkorrektur gefräst werden.
- 5.1 Entwickeln Sie zum unten stehenden Hauptprogramm das dazugehörige Unterprogramm L01. 5,0  
N800 ... T3 S12500 F2500 M3  
N810 G0 X120 Y35  
N820 G0 Z1  
N830 G1 Z0  
N840 G22 L01 H2 ; entspricht L0102  
N850 G0 Z1  
N860 X-120  
N870 G22 L01 H2 ; entspricht L0102  
N880 G0 Z100 M8  
N890 G0 X0 Y-150  
N900 M30

Die folgenden Fragen stammen nicht aus der Abi-Aufgabe:

- 5.2 Das Hilfsmaß 49 ist in der Zeichnung in runde Klammern gesetzt, weil es sich aus anderen Maßen ergibt. Berechnen Sie den Wert auf 1/1000 mm.
- 5.3 Berechnen Sie die Koordinaten der Punkte P6 und P7.
- 5.4 Berechnen Sie das Hilfsmaß  $4,64^\circ$  auf  $1/1000^\circ$  genau.  
Hinweis: Die für Aufg. 2 errechneten Koordinaten von P3 dürfen nicht verwendet werden, wenn sie unter Verwendung des Hilfsmaßes  $4,64^\circ$  ermittelt wurden.



6 Die Meier GmbH hat im Januar des laufenden Jahres eine neue Spann- und Antriebsstation beschafft. Die Anschaffungskosten hierfür lagen bei 450.000,00 €. Die Abschreibungsdauer bemisst sich gemäß § 7 Abs.1 Einkommensteuergesetz grundsätzlich nach der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer, die für die beschaffte Spann- und Antriebsstation mit 12 Jahren angegeben ist.

Die Meier GmbH geht davon aus, dass sie die Spann- und Antriebstation 15 Jahre lang nutzen wird und rechnet anschließend mit einem Wiederbeschaffungswert in Höhe von 600.000,00 €.

Durch den Einsatz der neuen Maschine wird an dieser Kostenstelle nur noch ein Mitarbeiter benötigt.

6.1 Berechnen Sie die bilanziellen und die kalkulatorischen Abschreibungen für das erste Nutzungsjahr, wenn jeweils linear abgeschrieben wird. 2,0

6.2 Im internen Rechnungswesen (Kostenrechnung) unterscheidet man im Rahmen der Abgrenzungsrechnung zwischen den Begriffen „neutraler Aufwand“, „Zweckaufwand“ (der den „Grundkosten“ entspricht) und „kalkulatorische Kosten“. Übertragen Sie das folgende Schema auf Ihr Lösungsblatt. Ermitteln Sie die entsprechenden Beträge für die in Aufgabe 6.1 berechneten Abschreibungen. 2,0

Sollten Sie in Aufgabe 6.1 keine Lösung gefunden haben, gehen Sie von folgenden Werten aus: Bilanzielle Abschreibung: 36.000,00 €, kalkulatorische Abschreibung: 38.000,00 €

Neutraler Aufwand	Zweckaufwand (Grundkosten)	kalkulatorische osten

7 Warum setzt die Meier GmbH in der Kostenrechnung (internes Rechnungswesen) andere Abschreibungen an, als im externen Rechnungswesen (Buchführung)? 1,5  
Analysieren Sie diesen Sachverhalt.

8 Es liegen neben den Informationen zu den Abschreibungen (siehe 6.1 bzw. 6.2) noch folgende Angaben vor: 3,0

- Es wird täglich 8 Stunden an 240 Tagen im Jahr gearbeitet. Die betriebsbedingten Stillstandzeiten liegen bei 10 %.
- kalkulatorischen Zinsen = 22.500,00 € pro Jahr
- Instandhaltungskosten pro Jahr: 2 % des Wiederbeschaffungswertes
- Raumbedarf: 40 qm; Raumkosten je Monat je qm: 5,00 €
- Energiekosten: 1.000,00 € pro Jahr

Berechnen Sie den Maschinenstundensatz für die Spann- und Antriebsstation.

9 Analysieren Sie die Notwendigkeit des Einsatzes der Maschinenstundensatzrechnung in einem anlagenintensiven Unternehmen. 1,5



## Arbeitsblatt

Zu Aufgabe 1: Auszug aus dem Werkzeugspeicher mit Technologiedaten

Werkzeug	Bezeichnung	Schneidstoff	d in mm	z	$a_p$ in mm	$v_c$ in m/min	$f_z/f$ in mm	n in $\text{min}^{-1}$	$v_f$ in mm/min
T1	Schaftfräser	HSS	20	4	25	250	0,1		
T2	Bohrnutenfräser	HM	12	2	5	800	0,07	21000	2940
T3	Bohrnutenfräser	HM	20	2	5	800	0,1	12500	2500

Zu Aufgabe 2: Koordinatenplan

Punkt	X	Y	Z	I	J
P0	0	-150	100		
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					



## Lösungsvorschläge

CNC (20 P): Technologische Daten S und F; Koordinaten; Kontur anfahren; Zyklus und Unterprogramm programmieren  
 Weitere Übungsmöglichkeiten zur Berechnung von CNC-Koordinaten

### 1 Schnittdaten für den Schaftfräser T1

3,0

Hinweis 1: Mit "technologische Daten F und S" sind die Vorschubgeschwindigkeit  $v_f$  (amerik.: „feed“) und die (Hauptspindel-)Drehzahl  $n$  (amerik.: „spindle speed“) gemeint. Man kann darauf kommen, wenn man weiß, dass F und S innerhalb eines CNC-Programmes die Adressbuchstaben für  $v_f$  und  $n$  sind. F und S für Schnittdaten sind aber keine Formelzeichen nach DIN 1304-1 und dürfen deshalb in Formeln nicht statt  $n$  und  $v$  verwendet werden.

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{250 \text{ m/min}}{\pi \cdot 20 \text{ mm}} = 3979 \frac{1}{\text{min}} \quad v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{U}} \cdot 4 \cdot 3979 \frac{\text{U}}{\text{min}} = 1591 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Werkzeug	Bezeichnung	Schneidstoff	d in mm	z	$a_p$ in mm	$v_c$ in m/min	$f_z/f$ in mm	$n$ in $\text{min}^{-1}$	$v_f$ in mm/min
T1	Schaftfräser	HSS	20	4	25	250	0,1	3979	1591
T2	Bohrnutenfräser	HM	12	2	5	800	0,07	21000	2940
T3	Bohrnutenfräser	HM	20	2	5	800	0,1	12500	2500

### 2 Koordinatenplan

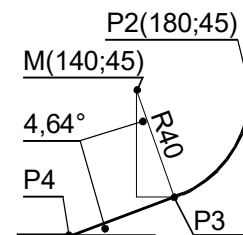
4,0

Hinweis 2: „Entwickeln Sie einen Lösungsansatz“ meint, dass der Rechenweg für Punkt 3 dargestellt werden soll, während die anderen Koordinaten nur abgelesen und notiert werden müssen.

$$P_{3x} = M_x + R40 \cdot \sin 4,64^\circ = 140 \text{ mm} + 40 \text{ mm} \cdot \sin 4,64^\circ = 143,236 \text{ mm}$$

$$P_{3y} = M_y - R40 \cdot \cos 4,64^\circ = 45 \text{ mm} - 40 \text{ mm} \cdot \cos 4,64^\circ = 5,131 \text{ mm}$$

Punkt	X	Y	Z
P0	0	-150	100
P1	180	130	0/-21
P2	180	45	0/-21
P3	143,236	5,131	0/-21
P4	80	0	0/-21
P5	0	0	0/-21
P6	95,505	25	0/-10
P7	85,707	37	0/-10



nicht Teil des Abi  
 Berechnung siehe unten

### 3 CNC-Programm zum Anfahren von P1

3,0

Hinweis 3: Die Aufgabe verlangt nur, von P0 bis P1 zu fahren. Werkzeugwechsel (N100 und N110) könnte schon vorher erfolgt sein und selbst Lösungen ohne Radiuskorrektur sind denkbar. Es bleibt also nur, die Punkte mit der richtigen Z-Koordinate anzufahren.

N100	G00	X0	Y-150	Z100	; Startpunkt P0
N110	T1	F3979	S1591	M3	; Werkzeugwechsel
N120	G00	X180	Y160		; neben der Kontur bleiben
N130	G00			Z-21	; absenken
N140	G41				; Radiuskorrektur ein
N150	G01	X180	Y130		; P1



4 Langlöcher mit Zyklus 5,0

```
N400 ... T2 S21000 F2940 M3 ; Werkzeugwechsel
N410 G74 ZA-21 LP40 BP20 D5 V1 ; Definition Langloch
N420 G79 X120 Y35 Z1 AR90 ; Langloch rechts
N430 G79 X-120 Y35 Z1 AR90 ; Langloch links
N440 G00 Z100 M9 ;
```

alternativ:

```
N420 G76 X-120 Y35 AS0 D240 O2 ;
N430 entfällt
```

5 Unterprogramm für das Halboval 5,0

5.1 Beachten Sie, dass der Fräser T3 mit Ø20 den Radius R10 automatisch erzeugt.

UP %01

```
N100 G91 ; Relativkoordinaten
N110 G01 Z-5 ; Halbe Tiefe
N120 G01 X24,5 ; R10 rechts
N130 G03 X-49 R+25 ; R35
N140 G01 X24,5 ; zurück zum Start
N150 G90 M17
```

alternativ:

```
N130 G03 X-49 I-24,5 J-5
```

Hinweis 4: Dass das Unterprogramm jeweils nur 5 mm tief fräst, kann man aus Aufgabe 1 entnehmen: Schnitttiefe  $a_p = 5$  mm. Auch Aufgabe 5 gibt einen Hinweis, denn das Unterprogramm L01 wird 2x aufgerufen (H2).

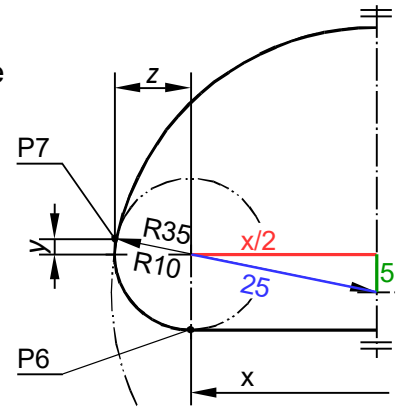
Hauptprogramm mit Bemerkungen (nicht Teil der Aufgabe):

```
N800 ... T3 S12500 F2500 M3 ; Werkzeug T3 mit Ø20
N810 G00 X120 Y35 ; tangiert das Formelement
N820 G00 Z1 ; bei X120 Y25
N830 G01 Z0 ; an der Oberfläche
N840 G22 L01 H2 ; entspricht L0102 (Aufruf UP 2x)
N850 G00 Z1 ; Wechsel zum symmetrischen
N860 X-120 ; Formelement
N870 G22 L01 H2 ; entspricht L0102 (Aufruf UP 2x)
N880 G00 Z100 M8
N890 G00 X0 Y-150
N900 M30
```



Lösungen zu Fragen, die nicht im Abi gestellt wurden.

- 5.2 Wie alle Radien stehen R10 und R35 rechtwinklig zu ihren Kreisbögen. An einem tangentialen Übergangspunkt haben beide Kreise dieselbe Steigung, ergo liegen dort auch ihre Radien auf einer Linie. Dadurch erhält man den Abstand zwischen ihren Mittelpunkten mit  $R35 - R10 = 25 \text{ mm}$ . Der Rest ist ein Fall für Pythagoras.



$$(25 \text{ mm})^2 = \left(\frac{x}{2}\right)^2 + (5 \text{ mm})^2 \Rightarrow$$

$$x = 2 \cdot \sqrt{(25 \text{ mm})^2 - (5 \text{ mm})^2} = 48,990 \text{ mm}$$

- 5.3  $P6_x$  ergibt sich aus dem Maß  $x$  aus der vorigen Aufgabe

$$P6_x = \frac{240 \text{ mm}}{2} - \frac{x}{2} = 120 \text{ mm} - \frac{48,9898 \text{ mm}}{2} = 95,505 \text{ mm}$$

$$P6_y = 30 \text{ mm} + 5 \text{ mm} - R10 = 25 \text{ mm}$$

Die Maße  $y$  und  $z$  kann man z.B. mit dem Strahlensatz ermitteln und daraus  $P7$ :

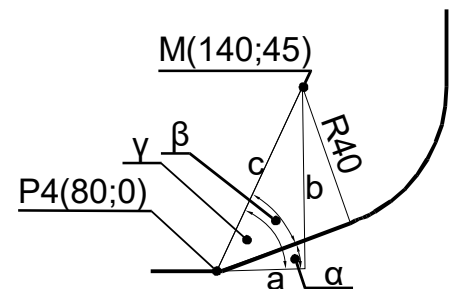
$$\frac{y}{R10} = \frac{5 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} \Rightarrow y = \frac{25 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} = 10 \text{ mm}$$

$$P7_y = 35 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 37 \text{ mm}$$

$$\frac{z}{R10} = \frac{x/2}{25 \text{ mm}} \Rightarrow z = \frac{10 \text{ mm} \cdot 48,9898 \text{ mm}}{2 \cdot 10 \text{ mm}} = 4,899 \text{ mm}$$

$$P7_x = \frac{240 \text{ mm}}{2} - \frac{x}{2} - z = 120 \text{ mm} - \frac{48,9898 \text{ mm}}{2} - 4,899 \text{ mm} = 85,707 \text{ mm}$$

- 5.4  $a = M_x - P4_x = 140 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$   
 $b = M_y - P4_y = 45 \text{ mm} - 0 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$   
 $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(60 \text{ mm})^2 + (45 \text{ mm})^2} = 75 \text{ mm}$   
 $\gamma = \arctan \frac{b}{a} = \arctan \frac{45 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} = 36,8700^\circ$   
 $\beta = \arcsin \frac{R40}{c} = \arcsin \frac{40 \text{ mm}}{75 \text{ mm}} = 32,2310^\circ$   
 $\alpha = \gamma - \beta = 36,8700^\circ - 32,2310^\circ = 4,639^\circ$



- 6 und folgende keine Lösungen