



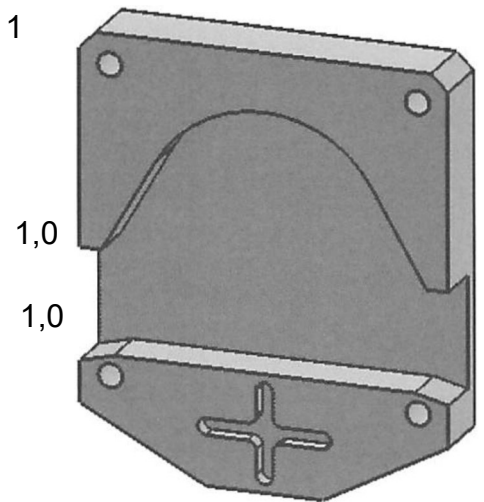
tgtm HP 2015/16-3: Halteplatte

(Wahlaufgabe)

Die rechts dargestellte Halteplatte des Seilbahnwagens aus S235JR dient zur Befestigung der Seilrolle. Die Halteplatte soll mithilfe eines CNC-Programms auf einer Fräsmaschine hergestellt werden.

Die technische Zeichnung der Halteplatte ist auf dem Arbeitsblatt 1 dargestellt.

Die Außenkontur der Halteplatte ist bereits gefertigt und nicht Gegenstand dieser Aufgabe.



1 Der Werkstücknullpunkt befindet sich an der auf dem in Arbeitsblatt 1 dargestellten Position. Erläutern Sie, ob diese Lage sinnvoll ist.

2 Zur vollständigen Fertigung stehen ausschließlich vier Werkzeuge (Arbeitsblatt 2) zur Verfügung. Die Abfolge der durchzuführenden Fertigungsschritte ist:

- Kernlochbohrung der vier Gewinde
- Gewindebohren
- Fräsen der Innenkontur
- Fräsen des Kreuzes

Ordnen Sie die Werkzeuge aus Arbeitsblatt 2 den jeweiligen Fertigungsschritten zu.

3 Zum Fräsen der Innenkontur muss der Durchmesser des Werkzeuges ausgewählt werden. 1,0

Dokumentieren Sie auf dem Arbeitsblatt 2 den geeignetsten ganzzahligen Durchmesser und begründen Sie Ihre Auswahl unter

- wirtschaftlichen und
- fertigungstechnischen Aspekten.

4 Berechnen Sie die technologischen Daten für das Werkzeug T20 und geben Sie diese auf dem Arbeitsblatt 2 an. 2,0

5 Wählen Sie den Durchmesser für das Werkzeug T30 und tragen Sie diesen in das Arbeitsblatt 2 ein. 1,0

6 Zum Bohren des Gewindes kann nicht mit der Vorschubgeschwindigkeit in mm/min gearbeitet werden. 2,0

Begründen Sie, warum das so ist, und geben Sie den einzustellenden Vorschubwert mit Einheit im Arbeitsblatt 2 an.

7 Vervollständigen Sie die fehlenden Punkte P3 bis P10 auf dem Arbeitsblatt 1 in der vorgegebenen Reihenfolge. 5,0

Bestimmen Sie die fehlenden Koordinaten dieser Punkte und tragen Sie diese in der Tabelle auf dem Arbeitsblatt 2 ein.

Dokumentieren Sie die Berechnungen für die Konturpunkte auf Ihrem Lösungsblatt, welche nicht direkt aus der Zeichnung abgelesen werden können.

8 Zum Fertigen der Kernlochbohrungen für die Gewinde M16 sollen geeignete Zyklen verwendet werden.

Entwickeln Sie den entsprechenden Programmteil beginnend mit dem Anfahren des Werkzeugwechselfunktes. 3,0

9 Die kreuzförmige Kontur soll 10 mm tief eingefräst werden. Dazu erfolgt im Hauptprogramm der folgende Unterprogrammaufruf: 4,0

N80 G0 X110 Y60 Z1

N90 G22 L911 H1

Schreiben Sie das zugehörige Unterprogramm.



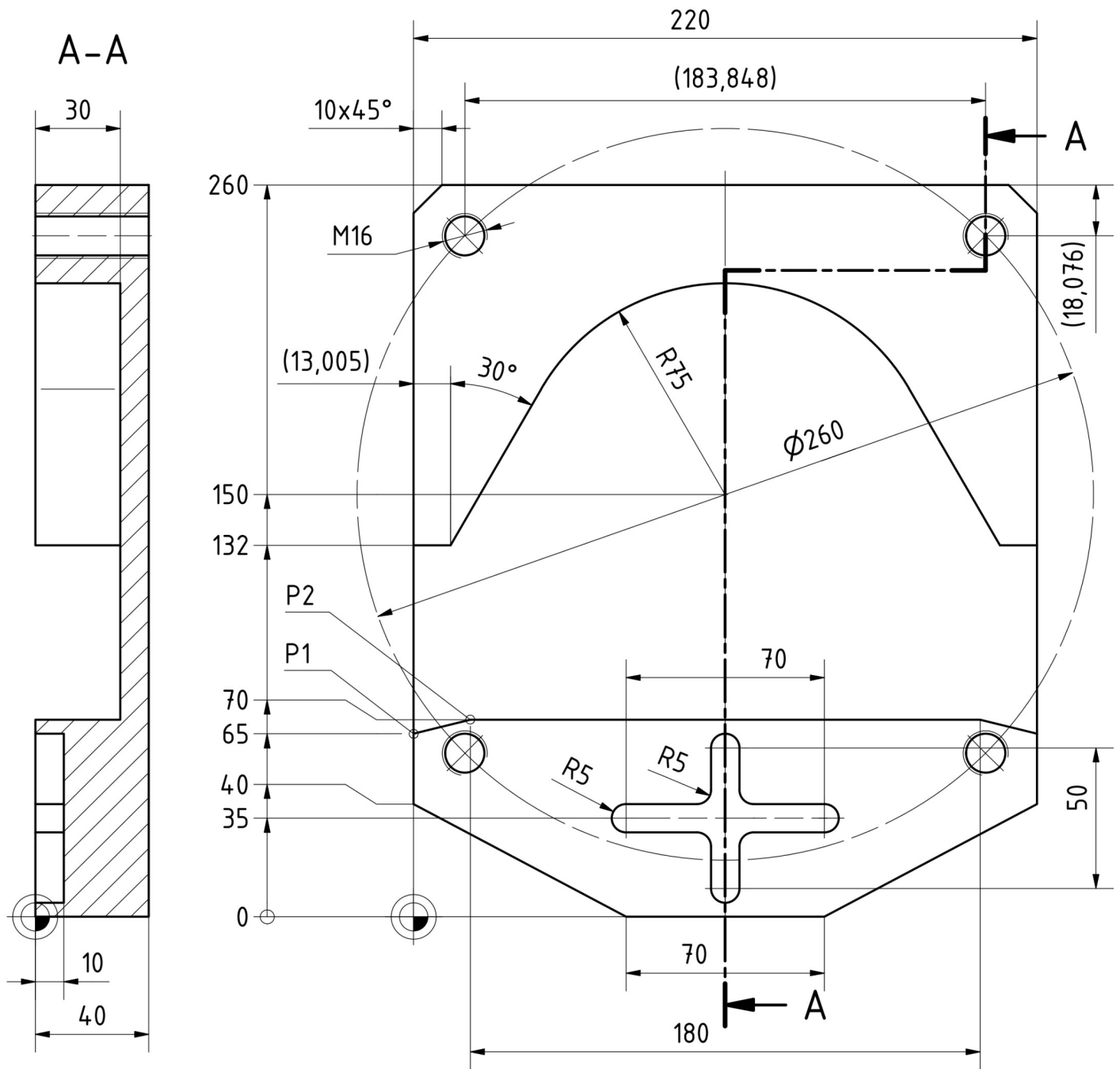
- 10 Für die Lieferung von Seilbahnkomponenten muss die Bergbahn e.K. die Eingangsrechnung Nr. 370 (= ER Nr. 370) vom 8. März in Höhe von 20.000 € begleichen. Die Zahlungsbedingungen lauten: 2% Skonto innerhalb von 10 Tagen oder 20 Tage netto.
Das Girokonto der Bergbahn e.K. weist am 8. März ein Guthaben von 8.000 € auf. Ferner wird von folgenden Kontoveränderungen ausgegangen:

Datum	Vorgang	Belastungen	Gutschriften
10.März	Begleichung der ER Nr. 369	2.000 €	
28.März	Ein Kunde begleicht die Ausgangsrechnung (AR Nr. 230)		20.000 €

- 10.1 Stellen Sie alle Zahlungsvorgänge mit der Variante „Bezahlung der ER Nr. 370 netto“ (bei Ausnutzung des Zahlungsziels) in der Tabelle auf Arbeitsblatt 3 dar. 2,0
- 10.2 Zur Ausnutzung des Skontos überlegt die Firma einen Kontokorrentkredit in Anspruch zu nehmen. 2,0
Erläutern Sie, was man unter einem Kontokorrentkredit versteht und geben Sie je einen Vor- und Nachteil an.
- 10.3 Stellen Sie alle Zahlungsvorgänge für den Fall der Skontoausnutzung bei der ER Nr. 370 (führt zur Kontoüberziehung) in der Tabelle auf Arbeitsblatt 3 dar. 1,0
- 10.4 Untersuchen Sie rechnerisch, welchen Betrag die Bergbahn e.K. bei Skontoausnutzung im Vergleich zur Bezahlung „netto“ sparen kann, wenn die Girokontoüberziehung mit einem Sollzinssatz von 8 % pro Jahr finanziert werden muss. Rechnen Sie das Jahr mit 360 Tagen. 2,0
- 11 Die Bergbahn e.K. beabsichtigt die Montage ihrer Türkomponenten aus der Großstadt zu verlegen. Die Montage erfolgte bisher in verschiedenen Werkstätten, verteilt auf die ganze Stadt. 3,0
Untersuchen Sie mögliche Gründe für die geplante Standortverlegung und analysieren Sie, welche darüber hinausgehenden Bedingungen der neue Standort erfüllen sollte.



Arbeitsblatt 1: Halteplatte





Arbeitsblatt 2

Zu den Aufgaben 2 bis 6: Belegungsliste Magazin

Werkzeug		d [mm]	z	v_c [m/min]	f bzw. f_z [mm]	n [min ⁻¹]	v_f [mm/min]
HSS - Schafffräser	T15		6	60	0,1	-	-
HSS - Bohrnutenfräser	T20	10	3	60	0,1		
HSS - Spiralbohrer	T30		-	40	0,14	910	128
HSS - Gewindebohrer	T35	M16	-	20		-	-

Zu Aufgabe 7: Koordinatenplan

Punkt	X	Y	Z	I	J
P0	-100	-100	100		
P1	0	65	-30		
P2	20	70	-30		
P3			-30		
P4			-30		
P5			-30		
P6			-30		
P7			-30		
P8			-30		
P9			-30		
P10			-30		



Lösungsvorschläge

CNC (20 P): Werkstücknullpunkt begründen; Werkzeuge auswählen bzw. begründen (mehrfach); Einstelldaten berechnen, Koordinatenberechnung (sehr schwierig); Zyklus und Unterprogramm programmieren; Verständnisfrage Gewindebohrer

- 1 Die Lage des WNP für die Programmierung ist sinnvoll, weil ..
 - in Y-Richtung die Bemaßung nicht umgerechnet werden muss
 - auch in X-Richtung keine negativen Maße auftreten
 oder¹
 - in X-Richtung ergäbe die Verschiebung auf die Mittelachse symmetrische Maße, für die man weniger rechnen muss.
- 2 Werkzeuge²
 - Kernloch: T30 (Spiralbohrer)
 - Gewinde: T35 (Gewindebohrer)
 - Innenkontur: T15 (Schafffräser)
 - Kreuznut: T20 (Bohrnutenfräser)
- 3 Wirtschaftliche Aspekte: Kleine Durchmesser sind billiger, große Durchmesser verringern die Bearbeitungszeit,
 Technische Aspekte: Kleine Durchmesser sind vielseitiger einsetzbar, große Durchmesser haben eine höhere Spanleistung und Standzeit.
 Der Durchgang zwischen P2 und P10 begrenzt den Durchmesser auf max. Ø62.
 Wenn der Durchmesser kleiner ist, kann man beide Seiten des Durchganges im Gleichlauf fräsen → bessere Oberfläche. Gewählt: Ø60
- 4 Hinweis 3: Mit „technologischen Daten für das Werkzeug“ sind hier Schnittdaten gemeint. Andere technologische Daten wie Schaftmaße, Werkzeugwinkel, Schneidhärte, Legierungen, Beschichtungen .. können vernachlässigt werden.

$$v = \pi \cdot n \cdot d \Rightarrow n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{60 \text{ m/min}}{\pi \cdot 10 \text{ mm}} = 1910 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,1 \text{ mm} \cdot 3 \cdot 1910 \text{ min}^{-1} = 573 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

- 5 T30 soll das Kernloch für das Gewinde M16 bohren = 14 mm (→ [EuroTabM] „Gewinde“).
 Man kann den Durchmesser auch „rückwärts“ aus der Belegungsliste rechnen:

$$v = \pi \cdot n \cdot d \Rightarrow d = \frac{v_c}{\pi \cdot n} = \frac{40 \text{ m/min}}{\pi \cdot 910 / \text{min}} = 14 \text{ mm}$$

1 Hinweis 1: Bei solchen Aufgaben kommt es weniger auf die richtige Antwort als auf die passende Begründung an.
 2 Hinweis 2: Zur vollständigen Fertigung fehlt noch Ansenken im Arbeitsplan und ein NC-Ansenker im Magazin.



- 6 Beim Gewindebohren³ müssen Vorschub und Umdrehung synchronisiert sein, und das ist mit mehr oder weniger gerundeten Angaben von v_c und v_f nicht erreichbar. Deshalb gibt man für Gewindebohrer den Vorschub je Umdrehung an, der gleich der Steigung P des Gewindes ist. Für M16 beträgt der Vorschub $F = 2 \text{ mm/Umdr.}$

Werkzeug		d [mm]	z	v_c [m/min]	f bzw. f_z [mm]	n [min^{-1}]	v_f [mm/min]
HSS - Schafffräser	T15	60	6	60	0,1	-	-
HSS - Bohrnutenfräser	T20	10	3	60	0,1	1910	573
HSS - Spiralbohrer	T30	14	-	40	0,14	910	128
HSS - Gewindebohrer	T35	M16	-	20	2	-	-

- 7 Koordinatenplan⁴

Alle Maße in mm.

Berechnung von P6 bzw. P9 aus:

$$c = \sqrt{(P6x - Mx)^2 + (P6y - My)^2}$$

$$= \sqrt{(206,995 - 110)^2 + (132 - 150)^2} = 98,651$$

$$d = \sqrt{c^2 - R75^2} = \sqrt{981,651^2 - 75^2} = 64,086$$

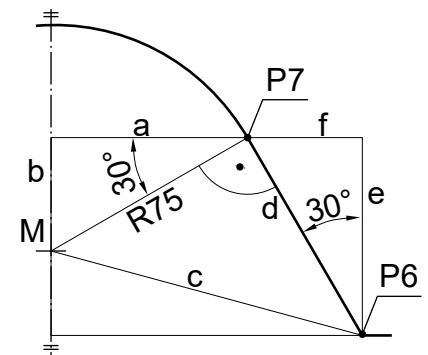
$$e = d \cdot \cos 30^\circ = 64,086 \cdot \cos 30^\circ = 55,500$$

$$f = d \cdot \sin 30^\circ = 64,086 \cdot \sin 30^\circ = 32,043$$

$$P7x = P6x - d = 206,995 - 32,043 = 174,952$$

$$P8x = P9x + d = 13,005 + 32,043 = 45,048$$

$$P7y = P8y = P6y + e = 132 + 37,5 = 187,500$$



Berechnung vom Kreismittelpunkt M aus:

$$a = R75 \cdot \cos 30^\circ = 64,952$$

$$b = R75 \cdot \sin 30^\circ = 37,5$$

$$P7x = Mx - a = 110 - 64,952 = 45,048$$

$$P8x = Mx + a = 110 + 64,952 = 174,952$$

$$P7y = P8y = My + b = 150 + 37,5 = 187,500$$

Die Mittelpunktskoordinaten I und J werden im Aufgabentext nicht verlangt.⁵

Pkt.	X	Y	Z	I	J
P0	-100	-100	100		
P1	0	65	-30		
P2	20	70	-30		
P3	200	70	-30		
P4	220	65	-30		
P5	220	132	-30		
P6	206,995	132	-30		
P7	174,952	187,500	-30		
P8	45,048	187,500	-30	-64,952	-37,5
P9	13,005	132	-30		
P10	0	132	-30		

- 3 Die Originalaufgabe verwendet den Begriff „Gewindeschneiden“.
- 4 In der Originalaufgabe ist statt des Hilfsmaßes 13,005 mm ein Maß 13 mm angegeben ohne die Klammern, die ein Hilfsmaß kennzeichnen. Der Übergang von der Geraden 30° zum Kreis R75 ist in der Originalaufgabe nicht tangential gezeichnet, dazu passend enthält die Schnittansicht eine sichtbare Kante statt einer Lichtkante; ohne den tangentialen Übergang entfallen die Winkel 30° im Dreieck a-b-R75 und 90° im Dreieck c-d-R75. In einer Prüfung würde ich bei solch schwierigen Lösungen erst alle anderen Aufgaben bearbeiten – und dann vielleicht einige Zeichnungsdetails „übersehen“ und aus verschiedenen Gründen trotzdem viele bis alle Punkte erhalten.
- 5 Hinweis 4: In aktuellen PAL-Versionen sind weder die Mittelpunktskoordinaten I und J noch P6 oder P7 nötig:
 N..1 G01 XP5 YP5 N..2 G01 X110 AS120 RN+75 N..3 G01 XP8 YP8 ..



8 Kernlochbohrungen (Kreisbogen) 5,0

Hinweis 5: Aufgrund der vorigen Aufgabenstellungen (Arbeitsplan, Magazin) kann/muss man auf das Ansenken vor dem Bohren verzichten.

```
N100      G00   X-100 Y-100 Z100
           T30   S910 F128 M3           ; Werkzeugwechsel
N110      G00   X110  Y150
N120      G00
           Z2           ; Anfahrt
N130      G81           ZA-45 V2       ; Bohrzyklus
```

```
N140      G77   R130  AN45  AP-45  AI90  O4   ; Zyklusaufufruf
Lochkreis
           (eine der Adressen AN, AP, AI oder O kann entfallen)
```

```
oder
N140      G79   X201,924      Y58,076      ; Einzelaufrufe
kartesisch
N150      G79   X201,924      Y241,924      ;
N160      G79   X18,076       Y201,924
N160      G79   X18,076       Y58,076
```

```
oder
N140      G78   RP130         AP45         ; Einzelaufrufe polar
N150      G78   RP130         AP135
N160      G78   RP130         AP225
N160      G78   RP130         AP315
```

9 Unterprogramm für die Kreuznut 5,0

Das Hauptprogramm positioniert das Werkzeug über dem oberen Radienmittelpunkt der Kreuznut und ruft einmal das Unterprogramm %911 auf. Das Werkzeug T20 mit Ø10 entspricht der Nutbreite.

```
%911
N200      G91           ; Relativkoordinaten
N210      G01           ; Eintauchen
           ZA-10
N220      G01           Y-25 RN5 ; nach unten
N230      G01   X-35           ; nach links
N240      G01   X35           RN5 ; und zurück
N250      G01           Y-25           ; nach unten
N260      G01           Y25  RN5 ; und zurück
N270      G01   X35           ; nach rechts
N280      G01   X-35           RN5 ; und zurück
N290      G01           Y25           ; zurück in Ausgangsstellung X, Y
N300      G01           ZA1          ; zurück in Ausgangsstellung Z
N300      G90           ; Relativkoordinaten aus
N310      M17          ; Unterprogramm Ende
```

10 und folgende: Hier keine Lösungen