



tgtm HP 2008/09-4: Befestigungsplatte

Auf einer CNC-Senkrecht-Fräsmaschine wird die Befestigungsplatte (siehe Arbeitsblatt 1) aus Baustahl S235JR hergestellt. Momentan liegt die Kapazität der Produktion bei 6 Stück / Arbeitsstunde.

Auf der CNC-Maschine stehen die Werkzeuge T1 bis T5 (siehe Arbeitsblatt 2) zur Verfügung.

- 1 Bestimmen Sie die fehlenden technologischen Daten (dick umrandete Felder) in der Tabelle auf dem Arbeitsblatt 2. Berücksichtigen Sie bereits eingetragene Werte. 3,0
- 2 Für die Herstellung der Befestigungsplatte soll ein Arbeitsplan erstellt werden. Alle Bohrungen werden zentriert, aber nicht vorgebohrt. 2,0
Ermitteln Sie die erforderlichen Bearbeitungsschritte für die Herstellung der Befestigungsplatte aus dem Rohteil (200x30x300) und tragen Sie diese in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt 2 ein. Berücksichtigen Sie dabei technische und ökonomische Aspekte.
- 3 Herstellung der Außenkontur
- 3.1 Bestimmen Sie die Koordinaten für die Punkte P1 bis P6 und tragen Sie diese in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt 3 ein. 3,0
Dokumentieren Sie die Berechnungen für die Konturpunkte, die nicht direkt aus der Zeichnung entnommen werden können.
- 3.2 Ein großer Teil der Werkstückoberseite wird in einer Schruppbearbeitung um 5 mm mit dem Werkzeug T1 abgetragen. Für die nachfolgende Feinbearbeitung des Konturzuges (P1 bis P6) ist eine Bearbeitungszugabe von 2 mm vorzusehen. 2,5
Bestimmen Sie unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten die Schnittaufteilung für den Arbeitsgang Schruppen. Dokumentieren Sie die Schnittaufteilung maßstabsgerecht in der Zeichnung auf dem Arbeitsblatt 1. Kennzeichnen Sie die Reihenfolge, in der die Flächen abgetragen werden, mit aufsteigenden Ziffern (1, 2, 3 ..).
- 4 Die Vorbearbeitung gemäß Aufgabe 3.2 ist beendet und das Werkzeug befindet sich im Punkt P0 mit den Koordinaten X330; Y-130; Z-5. 4,0
Entwickeln Sie für das Werkzeug T1 den Programmteil für die Fertigbearbeitung der Kontur P1 bis P6 in einem Konturzug und stellen Sie den Programmablauf auf dem Arbeitsblatt 3 dar.
Hinweis: Nicht berechnete Punkte aus Aufgabe 3.1 ersetzen Sie durch geeignete Platzhalter (z. B. P1X).
- 5 Die Befestigungsbohrungen $\varnothing 17,5$ mm sollen mit einem Teilkreisbohrzyklus hergestellt werden. Die Bohrungen sind zentriert, das Werkzeug T4 ist aufgenommen und alle erforderlichen technologischen Daten sind programmiert. Das Werkzeug steht im Werkzeugwechsellpunkt. 2,0
Erstellen Sie auf dem Arbeitsblatt 3 den Programmabschnitt zur Herstellung der Bohrungen ohne Vorbohren.
- 6 Produktivitätssteigerung 3,5
Die Produktionsmenge der vorhandenen CNC-Maschine soll durch die Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit gesteigert werden.
Nennen Sie 2 Einflussgrößen, durch welche die Vorschubgeschwindigkeit erhöht werden kann. Bewerten Sie diese Einflussgrößen unter wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten.



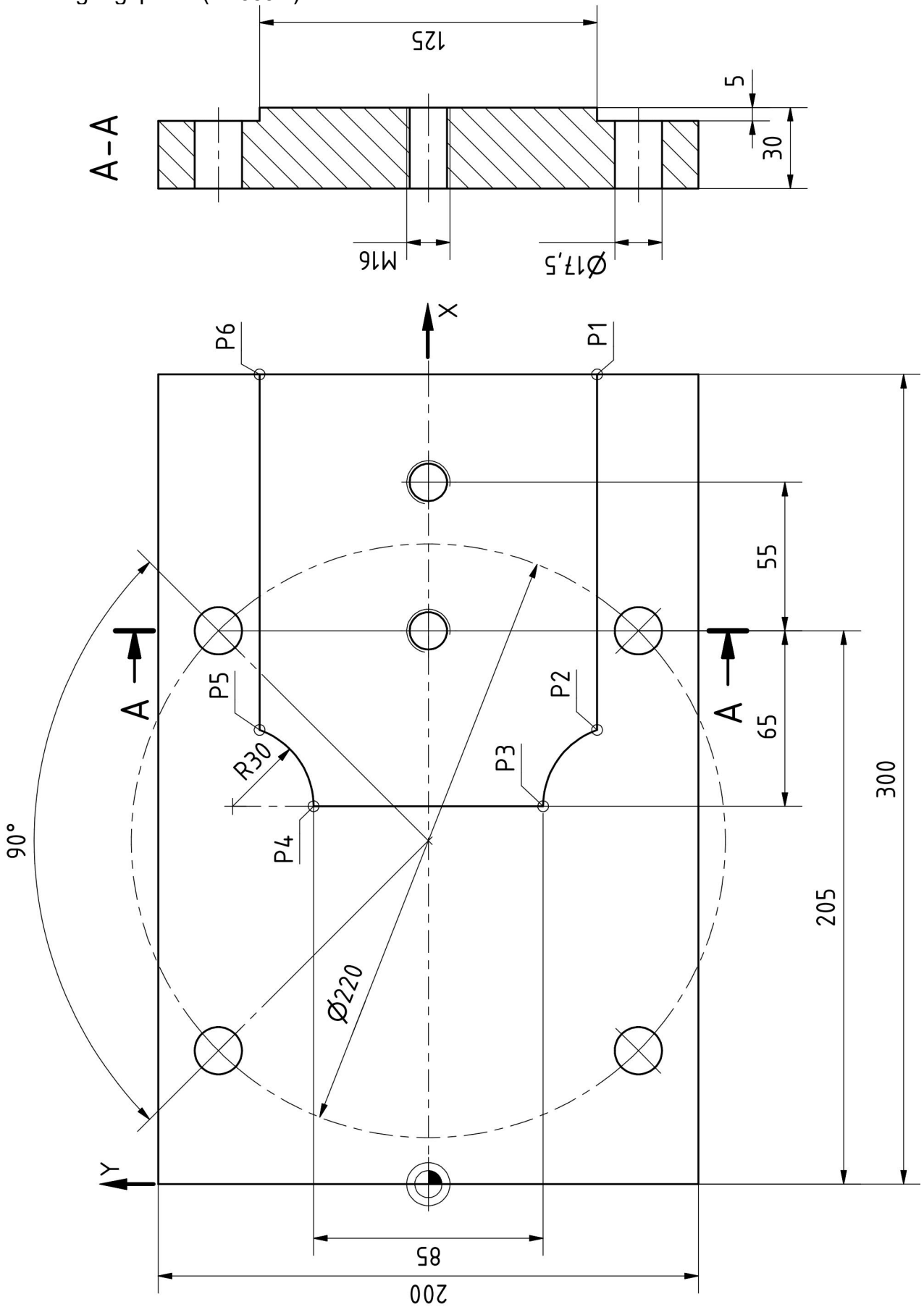
Die Schnabel GmbH erhält eine Lieferung über 15 Antriebsmotoren zu je 1661 €. Um das Skonto des Lieferanten ausschöpfen zu können, muss das Kontokorrentkonto für 6 Tage in Anspruch genommen werden.

- | | | |
|-----|--|-----|
| 7 | Nennen Sie Vor- und Nachteile des Kontokorrentkredits (insgesamt vier Nennungen). | 2,0 |
| 8 | Durch den Ausfall einer CNC-Drehmaschine wird eine Ersatzinvestition in Höhe von 200.000 € fällig. Gehen Sie von einem Jahreszinssatz von 6% und einer Tilgung von 8% im ersten Jahr aus. | |
| 8.1 | Führen Sie die Finanzierung über ein Annuitätendarlehen beispielhaft für die ersten drei Jahre durch. | 3,0 |
| 8.2 | Beurteilen Sie, welche Konsequenzen sich im Hinblick auf die Liquiditätsbelastung für die Schnabel GmbH ergeben würden, wenn diese die CNC-Drehmaschine über ein Ratendarlehen oder ein Fälligkeitsdarlehen finanzieren würde. | 3,0 |
| 9 | Erklären Sie kurz die Sicherungsübereignung als Instrument der Kreditsicherung und nennen Sie zwei Vorteile für den Kreditnehmer. | 2,0 |



Arbeitsblatt 1

Befestigungsplatte (S235JR)





Arbeitsblatt 2

zu Aufgabe 4.1 Technologische Daten

,0

Werkzeug	Arbeitsschritt	d in mm	z	v_c in m/min	a_p in mm	f bzw. f_z in mm	n in min-1	v_f in mm/min
T1	Schaftfräser (Schruppen)	40	12	50	5	0,15		
T1	Schaftfräser (Schlichten)	40	12	80	5	0,05	637	382
T2	NC-Anbohren	20	-	40	-	0,25	637	159
T3	Wendelbohrer		-		-			
T4	Wendelbohrer	17,5	-	40	-	0,25	728	182
T5	Gewindebohrer	M16	-	40	-			

Die Gewindebohrungen werden mit den Werkzeugen T3, T4 und T5 hergestellt.

zu Aufgabe 4.2: Arbeitsplan

Nr.	Arbeitsschritt	Werkzeug



Arbeitsblatt 3

zu Aufgabe 4.3.1: Koordinatenplan für P1 .. P6

Punkt	X	Y	Z	I	J
P0	330	-130	-5	-	-
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					
P6					

zu Aufgabe 4.4: Konturzug

N	G	X	Y	Z

zu Aufgabe 4.5: Teilkreisbohrzyklus

N	G	X	Y	Z



Lösungsvorschläge

1 Technologische Daten

3,0

Werkzeug	Arbeitsschritt	d in mm	z	v _c in m/min	a _p in mm	f bzw. f _z in mm	n in min-1	v _f in mm/min
T1	Schaftfräser (Schruppen)	40	12	50	5	0,15	398	716
T1	Schaftfräser (Schlichten)	40	12	80	5	0,05	637	382
T2	NC-Anbohren	20	-	40	-	0,25	637	159
T3	Wendelbohrer	14	-	40	-	0,25	909	227
T4	Wendelbohrer	17,5	-	40	-	0,25	728	182
T5	Gewindebohrer	M16	-	40	-	2	796	1592

Werkzeug T1: Schaftfräser (Schruppen)

$$- v_c = \pi \cdot n \cdot d \rightarrow n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{50 \text{ m/min}}{\pi \cdot 40 \text{ mm}} = 398 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,15 \text{ mm} \cdot 12 \cdot 398 \frac{1}{\text{min}} = 716 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Werkzeug T3 Wendelbohrer

- M16 (Zeichnung) benötigt Kernlochbohrer Ø=14mm (→ [EuroTabM] „Gewinde“)
- v_c = 40 m/min (HSS-Spiralbohrer in Stahl mit niedriger Festigkeit) oder
- v_c = 90 m/min (HM-Bohrer in Stahl mit niedriger Festigkeit)
- f = 0,25mm/Umdrehung (→ [EuroTabM] „Bohren Schnittdaten“)

$$- v_c = \pi \cdot n \cdot d \rightarrow n = \frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{40 \text{ m/min}}{\pi \cdot 14 \text{ mm}} = 909 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_f = f \cdot n = 0,25 \text{ mm} \cdot 909 \frac{1}{\text{min}} = 227 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Werkzeug T5 Gewindebohrer

- f = 2 mm = Steigung P eines Gewindes M16 (→ [EuroTabM] „Gewinde“)
- v_c = π · n · d → n = $\frac{v_c}{\pi \cdot d} = \frac{40 \text{ m/min}}{\pi \cdot 16 \text{ mm}} = 796 \frac{1}{\text{min}}$
- v_f = f · n = 2 mm · 796 $\frac{1}{\text{min}} = 1592 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$

2 Arbeitsplan

2,0

Nr.	Arbeitsschritt	Werkzeug
1	Abräumen der Fläche mit Schlichtaufmaß zur Kontur	T1
2	Schlichten der Kontur P1..P6	T1
3	Zentrieren der Bohrungen Ø17,5 (auf Teilkreis)	T2
4	Zentrieren der Gewinde M16	T2
5	Bohren Ø17,5	T4
6	Kernloch Ø14 bohren für Gewinde M16	T3
7	Gewinde M16 bohren	T5



3 Außenkontur

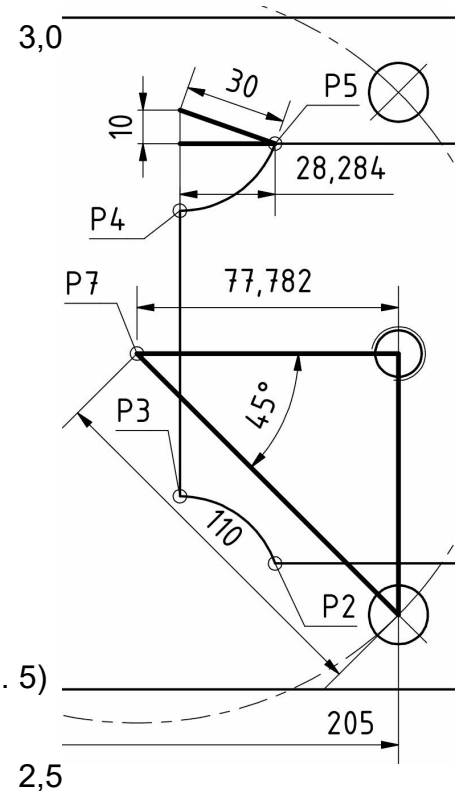
3.1 Koordinatenplan für P1 .. P6 (Maße in mm)

Punkt	X	Y	Z	I	J
P0	330	-130	-5		
P1	300	-62,5	-5		
P2	168,284	-62,5	-5	-28,284	-10
P3	140	-42,5	-5		
P4	140	+42,5	-5		
P5	168,284	+62,5	-5	0	+30
P6	300	62,5	-5		
P7	127,218	0			

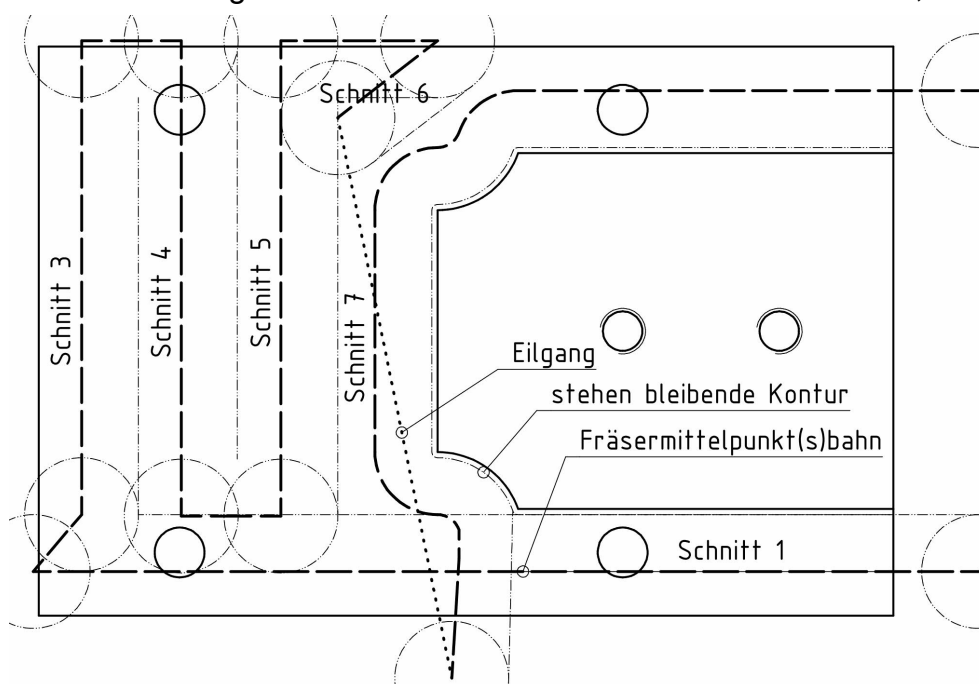
$$I_2 = -\sqrt{30^2 - \left(30 - \frac{125-85}{2}\right)^2} \text{ mm}$$

$$X_2 = X_3 - I_2$$

$$X_7 = \left(205 - \frac{220}{2} \cdot \sin 45^\circ\right) \text{ mm (Mittelpunkt des Teilkreises für Aufg. 5)}$$



3.2 Schnittaufteilung



Die Schnittaufteilung ist auch anders möglich.

Wichtig sind: Schichtaufmaß 2mm und die Kontur mit Radien beachten, möglichst gleichmäßige Schnittbreite deutlich unterhalb des Werkzeugdurchmessers, bearbeiten von außen nach innen.

Weniger wichtig sind: Bearbeitungszeiten (möglichst kurze Wege), Fräsrichtung (Gleichlauf), technisch optimale Schnittbreiten, Details der Darstellung (Fräserkontur und -mittelpunktbahn dienen hier nur der Visualisierung)



4 Konturzug (PAL 2007)

4,0

N			X	Y	Z	Bemerkung
N090	G00		X330	Y-130	Z-5				; P0
N100	G41	G45	X300	Y-62,5		D2			; P1 mit Bahnkorrektur tangential Anfahren
N110	G01		X168,284	Y-62,5					; P2
N120	G03		X140	Y-42,5		R+30			; P3
N130	G01		X140	Y+42,5					; P4
N140	G03		X168,284	Y+62,5		R+30			; P5
N150	G01		X330	Y+62,5					; P6
N160	G40								
N170	G00				Z100				; P0

5 Bohrungen Ø17,5 mit Teilkreiszyklus (PAL 2007)

2,0

N			X	Y	Z	Bemerkung
N240	G00		X127,218	Y0	Z2				; Teilkreismittelpunkt
N250	G81				ZA-36		V2		; Bohrzyklus
N260	G77	I0		J0		R110	AN45	AI90	O4 ; Zyklusaufruf Teilkreis

Berechnung des Teilkreismittelpunktes siehe Lösungsvorschlag zu Aufgabe 3.1

6 Eine höhere Vorschubgeschwindigkeit erreicht man nach $v_f = f_z \cdot z \cdot n$ mit

3,5

- höherer Drehzahl n. Diese hat Einfluss auf
 - Maschinenleistung (steigt → höhere Kosten)
 - Schnittkraft (sinkt → genauer, niedrigerer Energieverbrauch)
 - Standzeit des Werkzeuges (sinkt → höhere Kosten)
 - Kühlbedarf (steigt → steigende Kosten)
- größere Zähnezahl erfordert größere Werkzeuge (Kosten) und ist nur möglich, wenn die Werkstückgeometrie dies zulässt
- höheren Vorschub f_z je Zahn kann man wählen, wenn man in Kauf nimmt
 - eine schlechtere Oberflächenqualität des Werkstückes (Funktion?)
 - einen weichen Werkstoff des Werkstückes (Funktion, Kosten?)
 - einen härteren Werkstoff des Schneidstoffes (Kosten, Verträglichkeit?)
 - niedrige Standzeit des Werkzeuges (Kosten)

7 und folgende fehlen

CNC (20 P): Schnitt- und Einstelldaten; Arbeitsplan; Koordinaten; Schnittaufteilung zum Schrappen; Kontur; Bohren mit Teilkreiszyklus; Technikfrage: Vorschubgeschwindigkeit