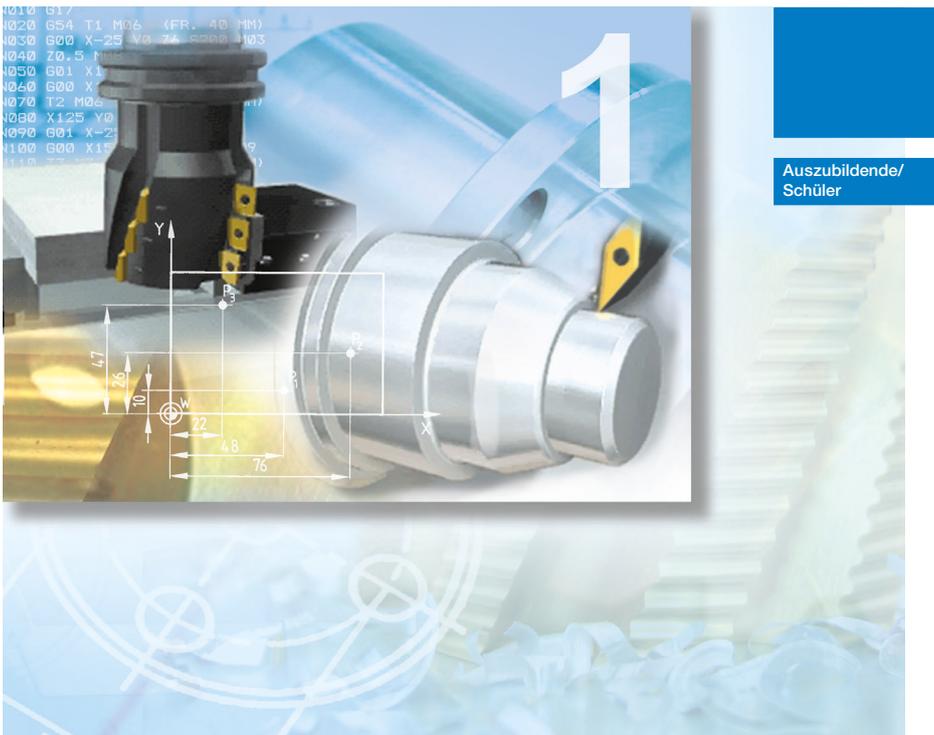


Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

CNC-Fräsen/CNC-Drehen 1 Grundlehrgang



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

Inhaltsverzeichnis

GLIEDERUNG UND THEMENÜBERSICHT

Die Gliederung des vorliegenden Lehrbuchs „CNC 1-Grundlehrgang“ ist durch Großbuchstaben von A bis F gekennzeichnet.

Jeder Großbuchstabe steht für ein Hauptkapitel. Die einzelnen Kapitel sind in sich durch angehängte Ziffern weiter in Abschnitte unterteilt, z.B. A1 und A2. Dadurch lassen sich die verschiedenen Themenbereiche sicher und schnell aufschlagen.

Eine ausführliche Inhaltsangabe der einzelnen Abschnitte erfolgt innerhalb des Lehrgangs immer am Beginn eines neuen Abschnitts.

Themenübersicht		Seite
	Vorwort	5
A	Einführung	
	A1 Numerisches Steuern von Werkzeugmaschinen	9-12
	A2 Baugruppen und Funktionen von CNC-Werkzeugmaschine	13-15
B	Planung einer NC-Bearbeitung	
	B1 Geometrische Grundlagen	17-45
	B2 NC-Werkzeuge und Schnittwerte	47-51
	B3 Programmaufbau nach DIN 66025	53-60
	B4 Vorbereitung und Planung einer NC-Bearbeitung	61-66
C	Programmierung 1	
	C1 Nullpunktverschiebung und Werkzeugkorrektur	67-73
	C2 Fräserradius-Bahnkorrektur	75-81
	C3 Drehen mit CNC-Werkzeugmaschinen	83-89
D	Steuerung von CNC-Werkzeugmaschinen	
	D1 Informationsverarbeitung	91-98
	D2 Steuerungsarten	99-101
	D3 Konstruktive Merkmale von CNC-Werkzeugmaschinen	103-108
E	Programmieraufgaben 1	
	Bemerkungen zu den Programmieraufgaben 1	109-110
	9 Aufgaben zum Fräsen (Werkstückzeichnungen F1 – 1 bis F3 – 7)	112-129
	5 Aufgaben zum Drehen (Werkstückzeichnungen D1 – 1 bis D3 -3)	130-139
F	Anhang	
	F1 Steuerungs- und Maschinendaten	141-145
	F2 Werkzeugdaten und Schnittwerte beim Fräsen, Bohren und Drehen	147-149
	F3 Formulare (Arbeitsformulare und Kopiervorlagen)	151-154
	F4 Befehlslisten zur NC-Programmierung	155-157

Vorwort

Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen sind für das wirtschaftliche Fertigen von Werkstücken von großer Bedeutung. Das Vordringen numerische Fertigungssysteme beschränkt sich seit langem nicht mehr nur auf große und mittlere Industriebetriebe. Gerade Handwerksbetriebe und kleinere Industriebetriebe haben die spezifischen Vorteile von numerisch gesteuerten Produktionselementen erkannt und setzen diese verstärkt ein. Parallel dazu steigt der Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern, die diese Maschinen programmieren, einrichten und sachgerecht bedienen können.

Der vom „Christiani Verlag“ herausgegebene CNC-Lehrgang will zu dieser Qualifizierung beitragen.

Der Lehrgang

„**FERTIGUNGSTECHNIK MIT CNC-WERKZEUGMASCHINEN**“ besteht aus den 2 Teilen:

CNC 1 – Grundlehrgang CNC-Fräsen und CNC-Drehen

und

CNC 2 – Aufbaulehrgang CNC-Fräsen und CNC-Drehen

Der vorliegende Teil „CNC-Technik – Grundlagen und Programmierung“ bietet einen leicht erlernbaren und praxisgerechten Einstieg für künftige Bediener und Programmierer von CNC-Werkzeugmaschinen. Vorausgesetzt wird dabei, dass die Benutzer des Lehrbuchs die Zerspanungstechniken für das Bohren, Fräsen und Drehen kennen. Für die mathematischen Berechnungen wird die Kenntnis des Lehrsatzes des Pythagoras und der Winkelfunktionen vorausgesetzt.

Bei der Konzeption des Grundlehrgangs stand als Ziel im Vordergrund:

Der Lernende soll nach Erarbeitung des Lehrgangs einfache Bearbeitungsaufgaben zum CNC-Fräsen und Drehen selbstständig programmieren können.

Der Aufbau des „CNC 1 – Grundlehrgangs“ ist durch folgende Punkte gekennzeichnet:

- Die Programmierung (Handling) bezieht sich grundsätzlich auf allgemein orientierte Werkzeugmaschinen/Steuerungstypen. Die zu erstellenden Teileprogramme werden steuerung- und maschinenneutral nach DIN 66 025 programmiert.
- Die Planung der NC-Bearbeitung erfolgt an lernzielorientierten Fertigungsaufgaben. Entsprechend „lehrmethodischer Maßstäbe“ werden mit jedem programmierten Werkstück die erlernten Kenntnisse zur NC-Technik weiter vertieft.
- Die einzelnen Kapitel und Abschnitte enthalten Aufgaben  zur Lernkontrolle. Die Programmieraufgaben in Kapitel E sollen zur weiteren Vertiefung anregen.

- Als Planungsunterlagen für die Programmierung stehen im Anhang passende Steuerungs-, Maschinen- und Werkzeugdaten sowie praxisgerechte Formulare zur Verfügung. Die beigefügten Leerformulare ermöglichen das Erfassen von steuerungs- und maschinenspezifischen Funktionen.

- Die einzelnen Kapitel sind durch Großbuchstaben gekennzeichnet. Dadurch sind die Themenübersichten angegebene Kapitel und Abschnitte schnell und sicher zu finden.

Kapitel A dient zur Einführung. Die grundsätzliche Funktionsweise von CNC-Werkzeugmaschinen wird kurz dargestellt.

Kapitel B behandelt die geometrischen Grundkenntnisse und die Grundlagen der Programmierung. Wegen der Systematik (einheitliche Gestaltung) sind diesem Kapitel auch Beispiele zur Konturpunktberechnung von Werkstücken enthalten, die erst im „CNC 2 – Aufbaulehrgang“ programmiert werden. Damit sich der Lernende möglichst rasch mit der eigentlichen Programmierung beschäftigen kann, sollten die Berechnungen jeweils erst in Verbindung mit der Programmierung der entsprechenden Fräs- und Drehteile erfolgen.

Kapitel C enthält die Nullpunktverschiebung und die Werkzeugkorrektur sowie die Fräserradius-Bahnkorrektur. Das Drehen mit CNC-Werkzeugmaschinen wird ebenfalls in diesem Kapitel behandelt.

Kapitel D behandelt die Steuerung von CNC-Werkzeugmaschinen. Die Informationsverarbeitung und die Steuerungsarten werden ausführlich dargestellt. Auch wird auf die konstruktiven Merkmale von CNC-Werkzeugmaschinen eingegangen.

Kapitel E enthält als Aufgabensammlung didaktisch-methodisch geeignete Fräs- und Drehteile, die in ihrem Schwierigkeitsgrad ansteigen.

Das Programmieren und Bearbeiten der Fräs- und Drehteile soll zur Vertiefung und Festigung der bis dahin erworbenen Kenntnisse beitragen.

Kapitel F beinhaltet den Anhang. In ihm findet man als Rüstzeug für die fertigungsgerechte Planung der zu programmierenden Bearbeitungsaufgaben entsprechende Steuerungs-, Maschinen- und Werkzeugdaten sowie praxisgerechte Formulare.

Die Leerzeilen in den Befehlslisten ermöglichen das Erfassen und Festhalten von steuerungs- und maschinenspezifischen Besonderheiten.

Das Lehrbuch „CNC 1“ – Grundlehrgang ist praxisgerecht aufgebaut und entspricht dem Standard des Korrekturentwurfs. Für konstruktive Kritik ist der Verlag dankbar.

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, Konstanz

B1 Geometrische Grundlagen

- a1** a) Geben Sie in Tabelle 1 an, welche Koordinatenwerte die Bohrungsmittelpunkte P_1 bis P_3 (Bild 1 und 2, Seite 23) sowie der Endpunkt P_E (Bild 2) haben:
 – bei Bezugsmaßprogrammierung (Bild 1, Seite 23)
 – bei Kettenmaßprogrammierung (Bild 2, Seite 23)
- b) Warum ergibt die Summe der X- und Y-Koordinaten bei der Kettenmaßprogrammierung jeweils Null?

Punkte	Bezugsmaßprogrammierung		Kettenmaßprogrammierung	
	X	Y	X	Y
W bzw. P_A	0	0	0	0
P_1				
P_2				
P_3				
W bzw. P_E	0	0		
Tabelle 1	Summe		0	0

- a2** Welche unterschiedliche Bedeutung hat das Vorzeichen bei Bezugsmaß- und bei Kettenmaßprogrammierung?

a)

b)

1.3.2 Bezugsmaße und Kettenmaße in Zeichnungen

Nach DIN 406 (Maßeintragungen, Begriffe, allgem. Grundlagen können die Koordinatenwerte als Bezugsmaße (absolutes Maßsystem) oder als Kettenmaße (inkrementales Maßsystem) in die Zeichnung eingetragen werden.

- **Beispiel zur Bezugsbemaßung**
 (Bild 1 – Absolutbemaßung)

Bei der Bezugsbemaßung beziehen sich die Maße auf ein gemeinsames Bezugsselement.

Bild 1 zeigt die Punkt-Pfeil-Bemaßung als Beispiel für eine Bezugsbemaßung.

Bei der platzsparenden Punkt-Pfeil-Bemaßung sind die Maßpfeile auf einer gemeinsamen Maßlinie steigend angeordnet.

- **Beispiel zur Kettenbemaßung**
 (Bild 2 – Inkrementalbemaßung)

Bei der Kettenbemaßung haben die Maße kein gemeinsames Bezugsselement.

Jedes Maß gibt den Zuwachs zum vorhergehenden Maß an (Bild 2). Die Bemaßung erfolgt von Abstand zu Abstand; sie ergibt eine »Maßkette«.

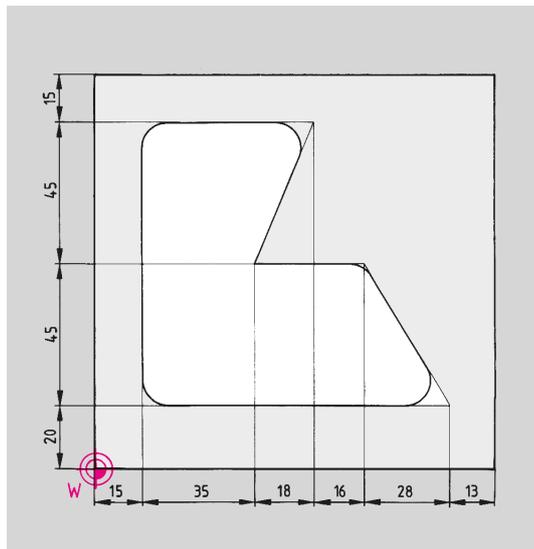


Bild 1: Bezugsbemaßung (Absolutbemaßung)

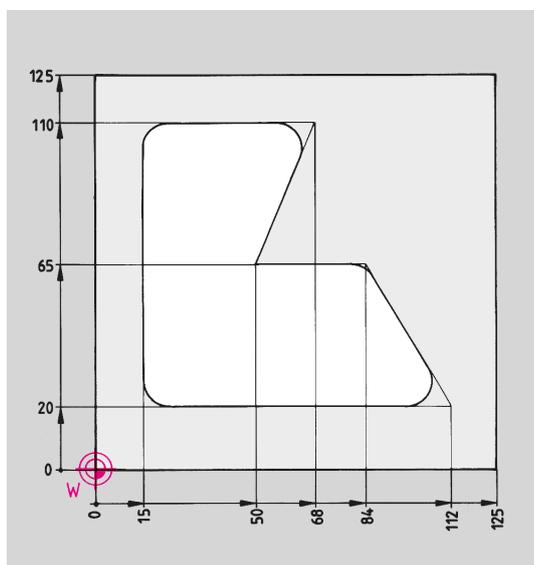


Bild 2: Kettenbemaßung (Inkrementalbemaßung)

- a3** Worauf ist bei Änderung eines Kettenmaßes in einer Zeichnung oder einem NC-Teileprogramm zu achten?

B2 NC-Werkzeuge und Schnittwerte

2.3.2 Ermittlung von Schnittwerten für das Fräsen

Die beim Fräsen zu beachtenden technologischen Größen sind in Tabelle 1 zusammengefasst und erläutert. In Bild 1 sind diese Größen für das Stirnfräsen dargestellt.

Bei der Ermittlung von Schnittwerten wird vorzugsweise in 2 Schritten vorgegangen:

1. Schritt:

Wahl der Schnitt- und Werkzeugdaten mit Hilfe von Tabellen. Dabei sind die Einflussgrößen zu beachten. (Siehe hierzu auch Abschnitt F 2 »Werkzeugdaten und Schnittwerte«.)

2. Schritt:

Ermitteln der Abhängigkeit zwischen Drehzahl, Schnittgeschwindigkeit und Durchmesser durch:

- Berechnen mit Formeln oder
- Ablesen aus dem v-d-Diagramm (siehe Abschnitt F 2).

● Formeln zur Berechnung von Schnittwerten

$$v_c = d \cdot \pi \cdot n \quad \text{in } \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$n = \frac{v_c}{d \cdot \pi} \quad \text{in } \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n \quad \text{in } \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n} \quad \text{in mm}$$

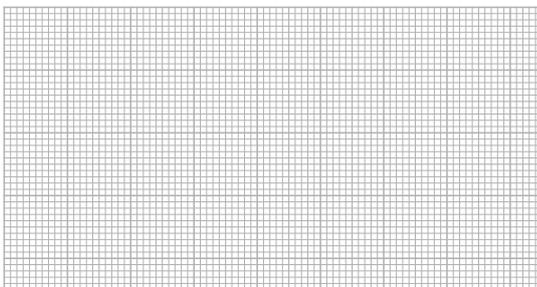
Beispiel:

Fräsen der Spannpratze F 1 – 2 (siehe Seite 52) mit einem Schrupp-Walzenstirnfräser des 40 mm Durchmesser hat.

Der Werkzeugliste sind zu entnehmen:

- Schneidstoff HSS
- Zähnezahl (Anzahl der Schneiden) $z = 6$
- Schnittgeschwindigkeit $v_c = 27 \text{ m/min}$
- Zahnvorschub (Vorschub je Schneide) $f_z = 0,085 \text{ mm}$
- Schnitttiefe $a_p = 6 \dots 10 \text{ mm}$

a1 Berechnen Sie die Drehzahl n und die Vorschubgeschwindigkeit v_f .



Ohne Berechnung lässt sich die Drehzahl in einer Schnittgeschwindigkeit-Durchmesser-Netztafel (v-d-Diagramm) ablesen.

a2 Überprüfen Sie die berechnete Drehzahl mit dem v-d-Diagramm in Kapitel F 2.

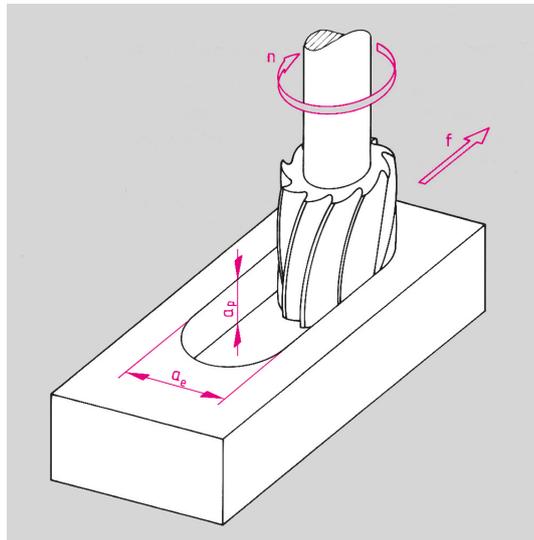


Bild 1: Technologische Größen beim Stirnfräsen

● Technologische Größen beim Fräsen

Werkzeuggrößen

d = Werkzeugdurchmesser in mm
 z = Anzahl der Schneiden/Zähnezahl

Drehzeit

n = Spindeldrehzahl in 1/min

Vorschubgrößen

f = Vorschub je Umdrehung in mm
 f_z = Zahnvorschub/Vorschub je Zahn in mm

Geschwindigkeiten

v_c = Schnittgeschwindigkeit in m/min
 v_f = Vorschubgeschwindigkeit in mm/min

Eingriffsgrößen (Schnittgrößen) in mm beim

Umfangsfräsen: a_e = Arbeitseingriff (Schnitttiefe)

a_p = Schnittbreite

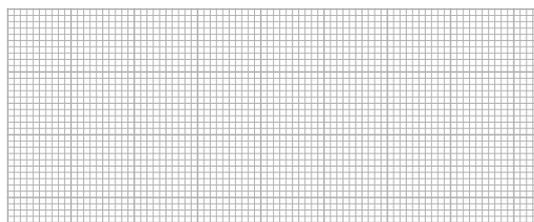
Stirnfräsen: a_e = Arbeitseingriff (Schnittbreite)

a_p = Schnitttiefe

Tabelle 1

a3 Berechnen Sie die erforderliche Drehzahl n und die Vorschubgeschwindigkeit v_f zum Fräsen der Nut in der Spannpratze F1 – 2 (Seite 52), wenn als Werkzeug ein Nutenfräser aus HSS mit 14 mm Durchmesser verwendet wird.

Der Werkzeugliste sind zu entnehmen:



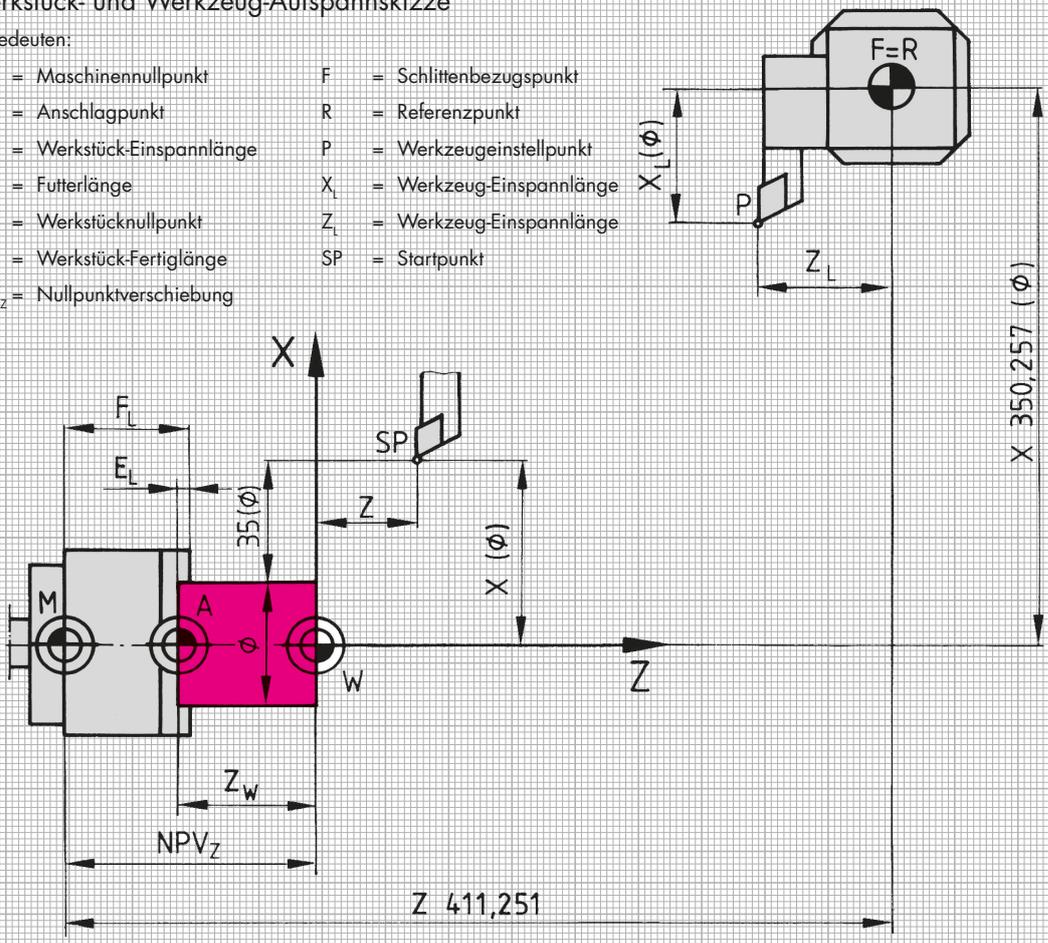
C3 Einrichteblatt »DREHEN« für CNC-Werkzeugmaschine

Werkstück: _____ Betrieb/Schule: _____
 Zeichnungs-Nr.: _____ Ort: _____
 Werkstoff: _____ Name: _____
 Halbzeug: _____ Datum: _____
 Programm-Nr.: _____

Werkstück- und Werkzeug-Aufspannskizze

Es bedeuten:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| M = Maschinennullpunkt | F = Schlittenbezugspunkt |
| A = Anschlagpunkt | R = Referenzpunkt |
| E_L = Werkstück-Einspannlänge | P = Werkzeugeinstellpunkt |
| F_L = Futterlänge | X_L = Werkzeug-Einspannlänge |
| W = Werkstücknullpunkt | Z_L = Werkzeug-Einspannlänge |
| Z_W = Werkstück-Fertiglänge | SP = Startpunkt |
| NPV_z = Nullpunktverschiebung | |



Werkzeugdaten

Werkzeug	Schneidstoff	Schneidenradius	Einspannlänge X_L (φ)	Z_L

Operationsplan

Arbeitsgang	Werkzeug	Vorschub	Zustellung

Nullpunktverschiebung

Futterlänge	+
Einspannlänge	-
Werkstückfertiglänge	+
$NPV_z \rightarrow$	

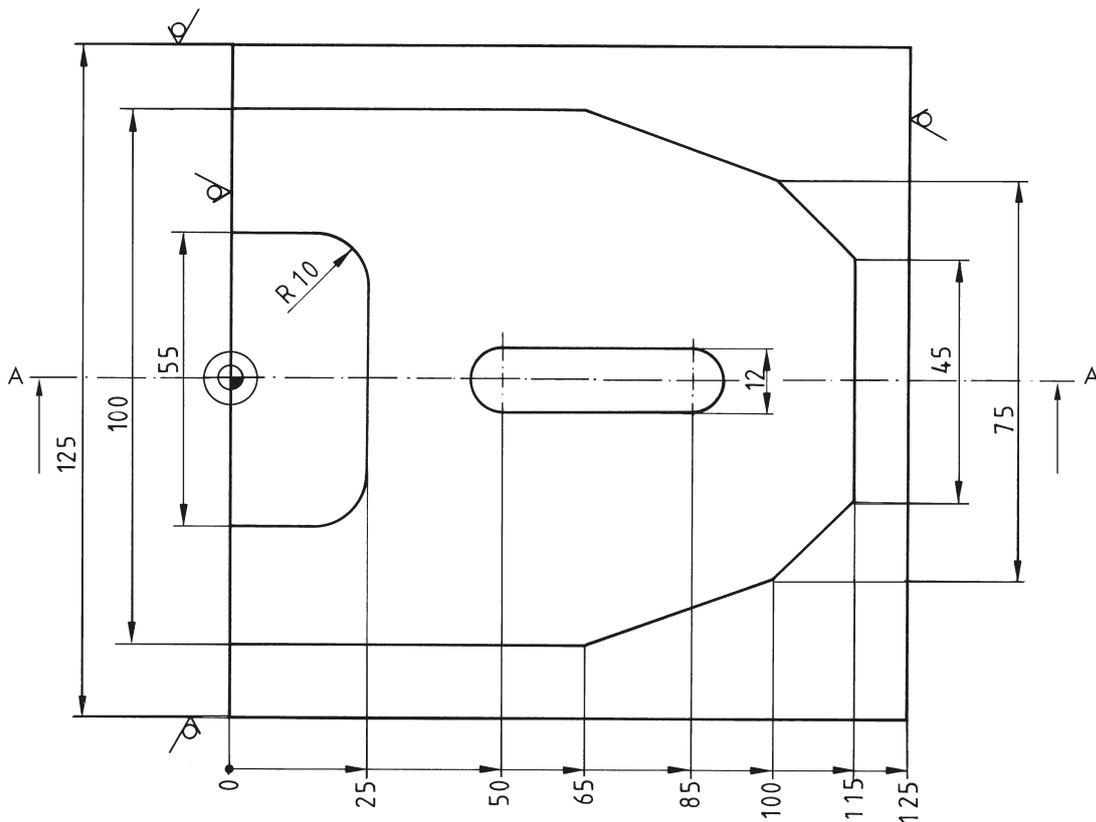
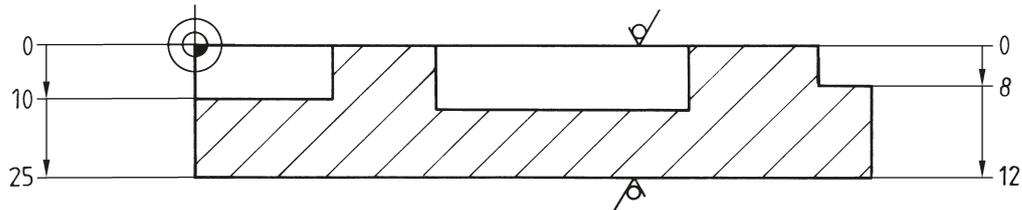
Werkzeugwechsellpunkt SP (Startpunkt)

X-Wert	Z-Wert

Fräsaufgabe 6

$\sqrt{R_z 100}$ (✓)

A - A



Datum:	Benennung: Konturdeckel
Name:	Werkstoff: S235 JRG2 + C
Maßstab: 1 : 1	Halbzeug: EN 10278 - Fl 125 x 25 x 125
Betrieb/Klasse:	Zeichnungs-Nr.: F 3-4
	Programm-Nr.: PF 3-4