

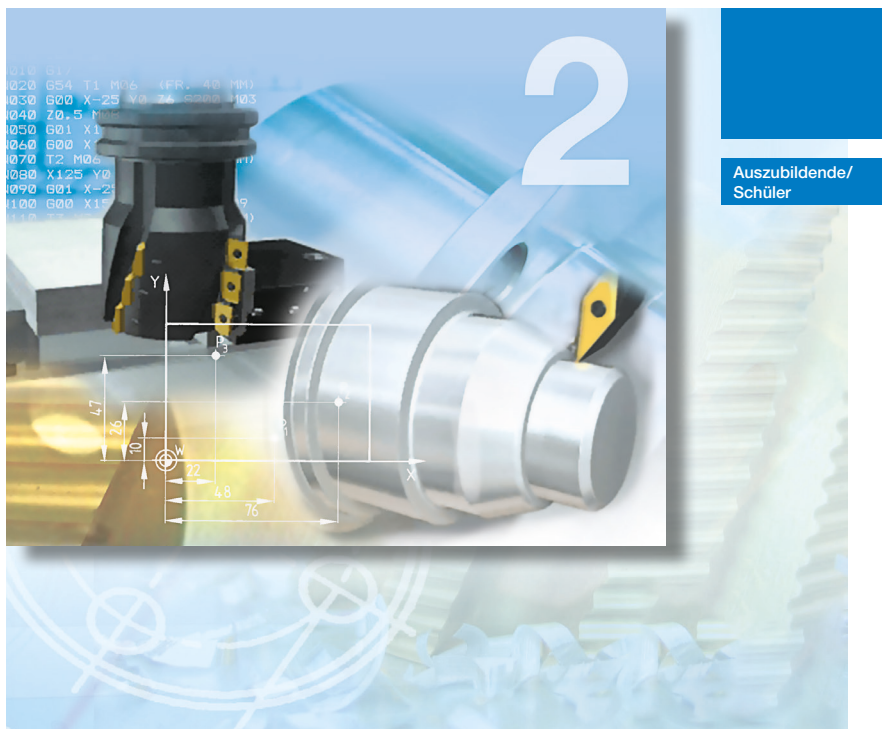
# Leseprobe

**Christiani**

Technisches Institut für  
Aus- und Weiterbildung

## CNC-Fräsen/CNC-Drehen 2

### Aufbaulehrgang



Auszubildende/  
Schüler

## Inhaltsverzeichnis

---

### GLIEDERUNG UND THEMENÜBERSICHT

Die Gliederung des vorliegenden Lehrbuchs „CNC 2-Aufbaulehrgang“ ist durch Großbuchstaben von G bis J gekennzeichnet.

Jeder Großbuchstabe steht für ein Hauptkapitel. Die einzelnen Kapitel sind in sich durch angehängte Ziffern weiter in Abschnitte unterteilt, z. B. G1 und G2. 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
<b>G</b>	<b>Programmierung 2 – Kreisinterpolation</b>	
	G1 Kreisprogrammierung beim Fräsen .....	9-19
	G2 Kreisprogrammierung beim Drehen .....	21-23
<b>H</b>	<b>Programmierung 3 – Zyklen und Unterprogramme</b>	
	H1 Bohrzyklen .....	25-28
	H2 Fräszyklen .....	29-31
	H3 Unterprogrammtechnik beim Fräsen – Lochkreise .....	33-37
	H4 Geometriefunktionen beim Fräsen .....	39-44
	H5 Drehzyklen für die Außenbearbeitung .....	45-51
	H6 Unterprogrammtechnik beim Drehen .....	53-56
	H7 Drehzyklen für die Innenbearbeitung .....	57-60
	H8 Geometriefunktionen beim Drehen .....	61-66
<b>I</b>	<b>Programmieraufgaben</b>	
	Bemerkungen zu den Programmieraufgaben 1 .....	67-69
	9 Aufgaben zum Fräsen (Werkstückzeichnungen F4 – 1 bis F6 – 12) .....	70-109
	5 Aufgaben zum Drehen (Werkstückzeichnungen D4 – 1 bis D6 – 6) .....	110-133
<b>J</b>	<b>Anhang</b>	
	J1 Steuerungs- und Maschinendaten .....	135-136
	J2 Werkzeugdaten und Schnittwerte .....	137-138
	J3 Formulare (Arbeitsformulare und Kopiervorlagen) .....	139-142
	J4 Befehlslisten zur NC-Programmierung .....	143-148

## Vorwort

Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen gewinnen mehr und mehr an Bedeutung für das Fertigen von Werkstücken. Das Vordringen numerischer Fertigungssysteme beschränkt sich aber 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 zunehmend ein. Parallel dazu steigt der Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern die diese Werkzeugmaschinen programmieren, einrichten und sachgerecht bedienen können. Die nachfolgend aufgeführten CNC-Lehrgänge wollen zum Erlernen der dazu notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten beitragen.

Die Lehrgangreihe  
**„FERTIGUNGSTECHNIK MIT CNC-WERKZEUGMASCHINEN“**

besteht aus den Teilen:

CNC 1 – Grundlehrgang · CNC-Fräsen und CNC-Drehen  
CNC 2 – Aufbaulehrgang · CNC-Fräsen und CNC-Drehen

Der vorliegende Teil „CNC 2 – Aufbaulehrgang“ erweitert die im „CNC 1 – Grundlehrgang“ vermittelten und erarbeiteten Kenntnisse.

Damit die beiden Lehrgänge – die ja thematisch zusammengehören – chronologisch nachvollzogen werden können, wurde die im Grundlehrgang begonnene Kapitelkennzeichnung durch Großbuchstaben (Kapitel A bis F auch im Aufbaulehrgang fortgeführt (Kapitel G bis J)). Dadurch sind die in Themenübersichten angegebenen Kapitel und Abschnitte schnell und sicher zu finden.

**Kapitel G** behandelt die Programmierung von Kreisbögen beim Fräsen und Drehen. Der thematische Aufbau und die stoffliche Konzeption von Kapitel G wurde bewusst in gleicher Weise vorgenommen, wie bei den entsprechenden Kapiteln im „CNC 1 – Grundlehrgang“. Dies bedeutet:

- Die zu erstellenden Teileprogramme werden steuerungs- und maschineneutral, das heißt herstellerneutral, nach DIN 66025 programmiert.

**Kapitel H** enthält praktische Beispiele zur Programmierung von Bearbeitungszyklen und von Konturzügen sowie zur Anwendung von Unterprogrammen.

Die stoffliche Konzeption des Kapitels H enthält folgende Lernziele:

- Der Auszubildende soll erkennen, dass durch die Verwendung von Bearbeitungszyklen, von Winkelangaben und von Konturzügen der Programmieraufwand deutlich geringer wird.
- Der Auszubildende soll wissen, dass für das Programmieren von Bearbeitungsaufgaben eine bestimmte Sprachsyntax<sup>1</sup> (sprachliche Satzzusammenstellung) erforderlich ist.
- Der Auszubildende soll erkennen, dass die Anwendung von Zyklen und Konturzügen ein intensives Studium der Programmieranleitung erforderlich macht.
- Der Auszubildende soll die Unterprogrammtechnik anwenden können und wissen, wie man Konturelemente mit Konturzügen verknüpft.

<sup>1</sup> Syntax (lat.)= Menge sprachlicher Regeln, die gültige Konstruktionen einer Sprache beschreiben.

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

Die Zyklen, die Unterprogramme und die Konturzüge dieser Teile können dabei entweder im Programmierformat der Beschreibungsbeispiele dieses Lehrgangs oder aber mit Hilfe der Programmierhinweise der Steuerungs- und Maschinenhersteller programmiert werden.

Zur leichteren Handhabung sind die Zeichnungen für diese Teile einzeln aus dem Lehrbuch heraustrennbar.

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

**Kapitel J** 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 werkzeugspezifischen Besonderheiten.

### Hinweis:

Parallel zum Einbau von Geometriefunktionen (z.B. Winkel-, Konturzügen und Schnittpunktberechnungen) in die CNC-Steuerungen wurden auch die Möglichkeiten von externen Programmierplätzen weiterentwickelt.

Heute ist jeder Personalcomputer (PC) – in Verbindung mit entsprechender NC-Software – in der Lage, alle benötigten Konturpunkte zu berechnen. Aus der grafisch dargestellten Kontur liefert der externe Programmierplatz (PC) automatisch das Konturprogramm für die jeweilige CNC-Steuerung.

Die Vorteile externer **Programmierplätze** sind u.a. folgende:

- Die Programmierung unterschiedlicher Bearbeitungsverfahren ist möglich.
- Der Konturverlauf kann steuerungsneutral programmiert werden.
- Komplizierte Konturpunktberechnungen beim Programmieren – vor allem bei älteren Steuerungen – entfallen.
- Die Steuerung (Tastaturkonsole) der Werkzeugmaschine wird nicht als Programmierplatz benötigt.

Externe Programmierplätze werden aus obigen Gründen sehr oft an Stelle der Werkstattprogrammierung (direkte, manuelle Programmierung) eingesetzt. Für Ausbilder und Lehrer sowie für Lernende, die sich den Unterrichtsstoff im Selbststudium aneignen wollen, steht ein Lehrband mit Lösungsvorschlägen zur Verfügung.

Für die verwendeten Begriffe, Definitionen, Einheiten und Darstellungen wurden die entsprechenden DIN-Normen beachtet und berücksichtigt.

Das Lehrbuch „CNC 2 – Aufbaulehrgang“ ist praxisgerecht erarbeitet und entspricht dem Standard des Korrekturentwurfs. Für konstruktive Kritik ist der Verlag dankbar.

# H3 Unterprogrammtechnik beim Fräsen – Lochkreise

- 3.1 Programmteil-Wiederholung
- 3.2 Anwender-Unterprogramme
  - 3.2.1 Fräsmuster
  - 3.2.2 Unterprogrammtechnik
  - 3.2.3 Schachtelung
- 3.3 Lochkreise
  - 3.3.1 Lochkreiszyklus

## 3.1 Programmteil-Wiederholung

Müssen Werkstücke bearbeitet werden, die zum Beispiel an mehreren Stellen gleiche Fräsmuster, gleiche Konturelemente oder gleiche Bohrzyklen haben, so kann der Programmteil, der das Programm für diese Bearbeitung enthält, entsprechend oft wiederholt werden. Dadurch verringert sich der Programmieraufwand.

## 3.2 Anwender-Unterprogramme

### 3.2.1 Fräsmuster

Bei der Programmierung von Werkstücken mit mehreren sich wiederholenden Bearbeitungsfolgen, z. B. gleiche Fräsmuster in Bild 1 und 2, kann der Programmteil, der sich wiederholt, als Unterprogramm geschrieben und in der Steuerung gespeichert werden.

Unterprogramme verringern den Programmieraufwand! Sie werden vom Teileprogrammierer erstellt.

### 3.2.2 Unterprogrammtechnik

Ein einmal programmiertes Unterprogramm kann beliebig oft von verschiedenen Hauptprogrammen aus aufgerufen werden.

#### ● Verschiebung von progr. Bearbeitungselementen

Ein Unterprogramm kann vom Hauptprogramm aus auf folgende Weise an jeder beliebigen Bearbeitungsposition aufgerufen werden:

- Durch das Anfahren der Unterprogramm-Startposition im Hauptprogramm (Bild 3). Dies muss jedoch vor dem Aufruf des Unterprogramms geschehen.
- Das Unterprogramm wird dabei häufig inkremental programmiert – somit ist die Übertragbarkeit in andere Hauptprogramme universeller.
- Durch eine programmierte Nullpunktverschiebung zum Startpunkt des Unterprogramms ( $W_1$ ,  $W_2$ , und  $W_3$  in Bild 2).
- Das Unterprogramm wird dann absolut programmiert.

#### ● Aufruf von Unterprogrammen

Die Verwendung eines Unterprogramms erfordert folgende Angaben:

- Aufruf des Unterprogramms im Hauptprogramm; eventuell mit Angabe der Anzahl der Wiederholungen.
- Kennzeichnung des Unterprogramms, zum Beispiel durch eine Unterprogramm-Nummer (Bild 3).

Nach Abarbeiten des Unterprogramms springt die Steuerung in das Hauptprogramm zurück. Der weitere Programmablauf wird mit dem auf den Unterprogramm-Aufruf folgenden Satz fortgesetzt.

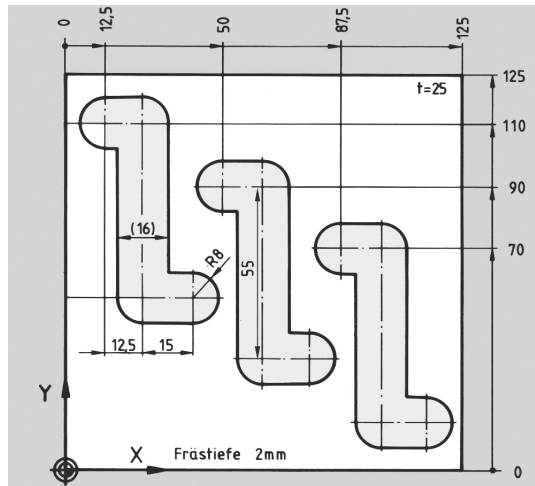


Bild 1: Nutenplatte

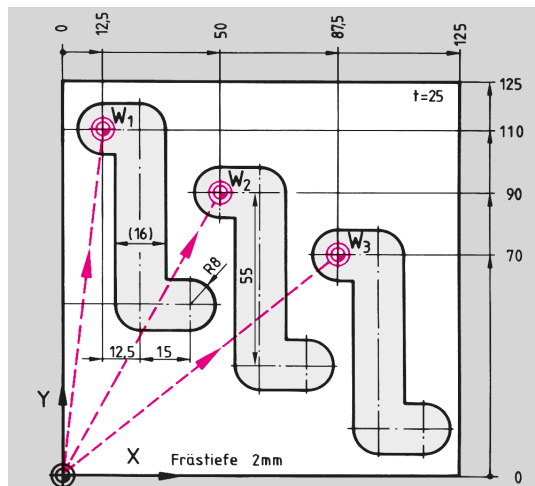


Bild 2: Nullpunktverschiebung

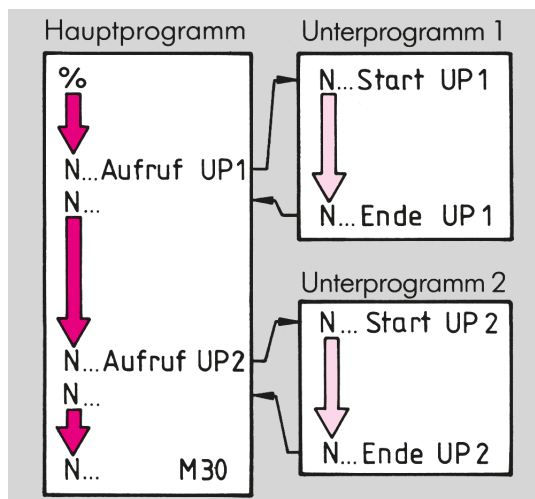
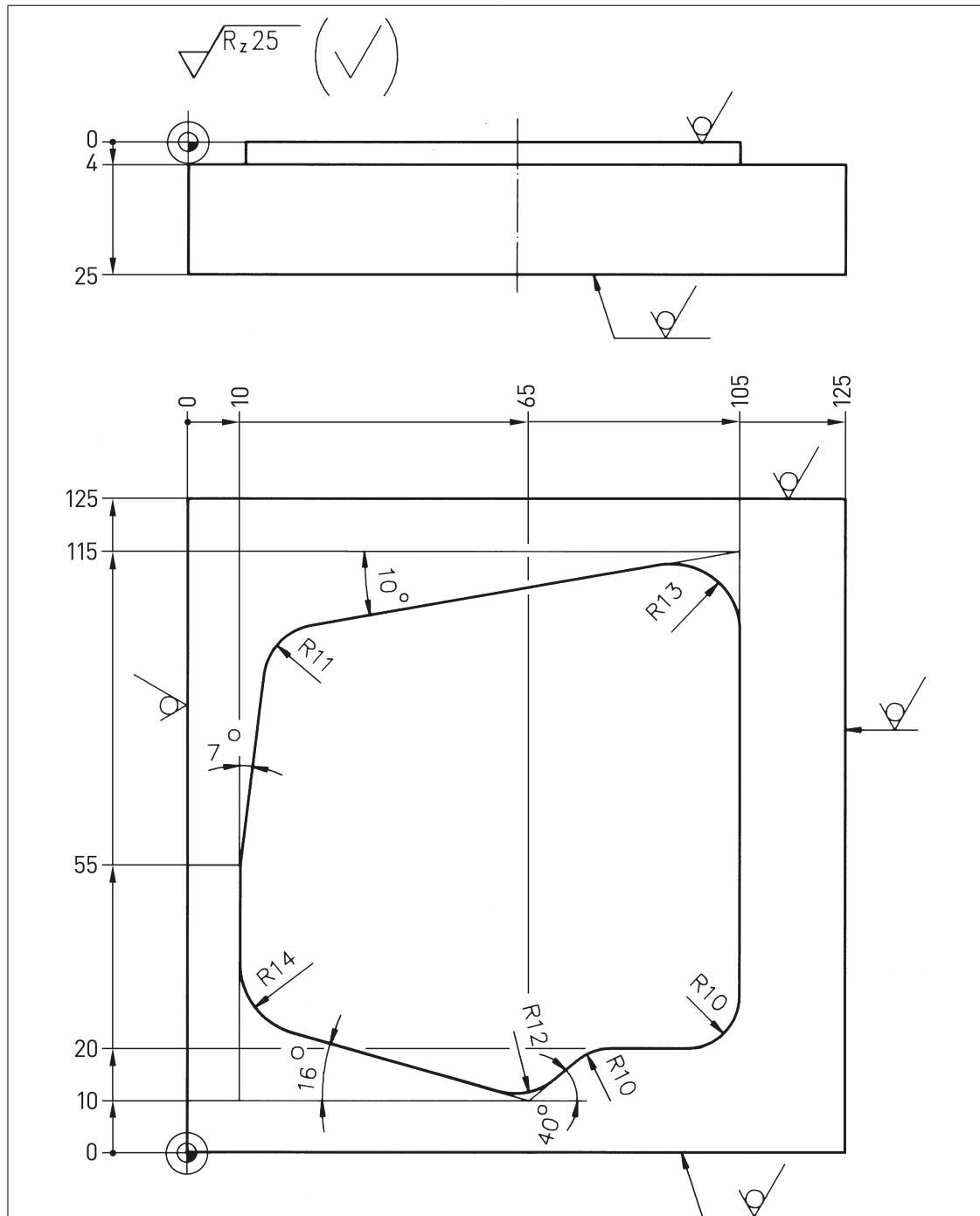


Bild 3: Unterprogrammaufruf

UP = Unterprogramm





Datum:	Benennung: Abschlussdeckel
Name:	Werkstoff: S235 JRG2 + C
Maßstab: 1 : 1	Halbzeug: DIN EN 10278 Fl 125x25x125
Gruppe:	Zeichnungs-Nr.: F6-6
	Programm-Nr.: PF6-6

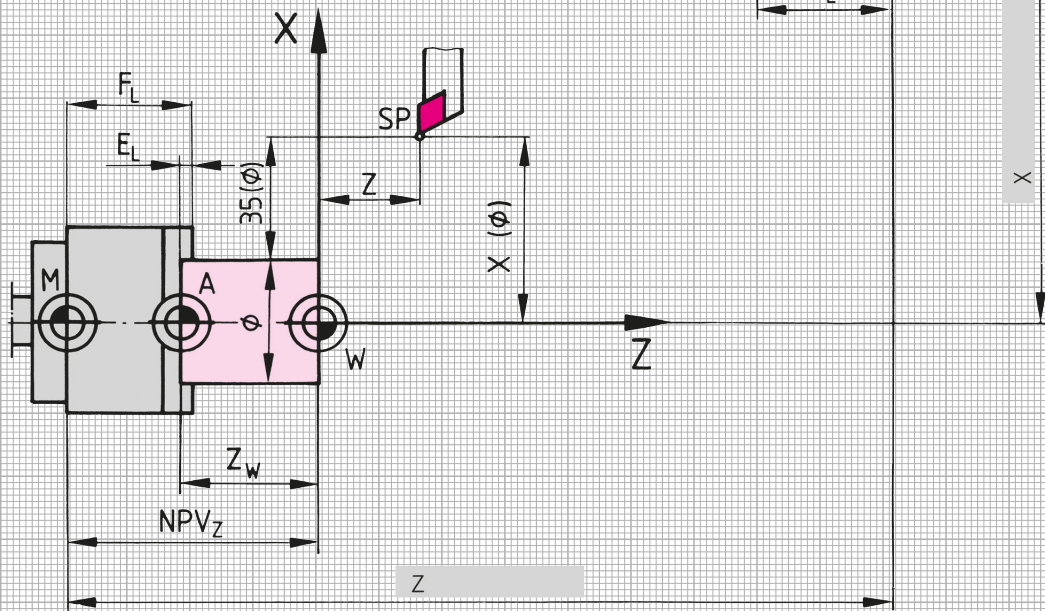
# J3 Einrichteblatt »DREHEN«

Werkstück: \_\_\_\_\_ Schule: \_\_\_\_\_  
 Zeichnungs-Nr.: \_\_\_\_\_ Betrieb: \_\_\_\_\_  
 Werkstoff: \_\_\_\_\_ Ort: \_\_\_\_\_  
 Halbzeug: \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_  
 Programm-Nr.: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Werkstück- und Werkzeug-Aufspannskizze (Die Maße X und Z für den Referenzpunkt R sind einzutragen.)

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 |
| $Z_W$ = Werkstückfertiglänge    | SP = Startpunkt                |
| $NPV_Z$ = Nullpunktverschiebung |                                |



Werkzeugdaten				
Werkzeug	Schneidstoff	Schneidenradius	Einspannlänge	
			$X_L$ (∅)	$Z_L$

Operationsplan			
Arbeitsgang	Werkzeug	Vorschub	Zustellung

Nullpunktverschiebung	
Futterlänge $F_L$	+
Einspannlänge $E_L$	-
Werkstückfertiglänge $Z_W$	+
$NPV_Z \rightarrow$	

Werkzeugwechsellpunkt SP (Startpunkt)	
X-Wert	Z-Wert