

**PROJEKT:***Grenzüberschreitendes Ausbildungsmodell „ViVA 4.0“ /**Transgraniczny model dualnego kształcenia zawodowego „ViVA 4.0”*

# SCHULUNGSPROGRAMM

## Berufskompetenz

**Lehrgangstitel:** CNC - Bearbeitung von Nichtmetallen**Zielgruppe:** Schüler (PL) – Azubis – Mitarbeiter**Kurzzeichen:** CNC-Nichtmetalle**Dauer:** 5 Tage- 40 UE

## **I. Beschreibung des Moduls:**

CNC-Modul - Die Bearbeitung von Nichtmetallen ist eines der Module des grenzüberschreitenden dualen Ausbildungsmodells "ViVA 4.0".

Die modulare Einheit umfasst: Ausbildungsziele, Zugangsvoraussetzungen, Liste der erwarteten Ausbildungsergebnisse, Lehrplan, Übungen, Lehrmaterialien, methodische Hinweise für die Durchführung des Programms, Vorschläge für Methoden zur Überprüfung und Bewertung der Bildungsergebnisse der Schüler.

## **II. Ziel des Moduls:**

Ziel des Moduls ist die Vorbereitung eines Schülers (Teilnehmer, Absolvent) auf die folgenden beruflichen Aufgaben im Rahmen von:

- Vorbereitung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen zur Durchführung der geplanten Bearbeitung
- Vorbereitung im Rahmen der Auswahl von Ausrüstung und Werkzeugen, um umfassende Fähigkeiten der auf CNC-Werkzeugmaschinen eingesetzten Technologie zu erwerben
- Durchführung der Bearbeitung an numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen gemäß der technologischen Dokumentation.

## **III. Zugangsvoraussetzungen:**

Der Modulteilnehmer sollte Grundkenntnisse über den technologischen Prozess der Werkstückbearbeitung, die Auswahl von Werkzeugen, Bearbeitungswerkzeugen und Messwerkzeugen entsprechend der Bedienung, über die Arten von Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung von Holz, Holzwerkstoffen, Kunststoffen und deren Anwendung sowie über den Zweck und die Arbeitsweise von grundlegenden Werkzeugmaschinenbaugruppen haben. Grundvoraussetzung für die Teilnahme am Modul ist die Fähigkeit, eine Zeichnung während der Arbeit zu lesen und zu verwenden, sowie die Kenntnis der technologischen Dokumentation.

## **IV. Liste der Fähigkeiten die im Rahmen des Moduls entwickelt**

### **Vorbereitung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen für die Bearbeitung**

#### **Auszubildender:**

- 1) erkennt charakteristische Punkte von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen
- 2) unterscheidet zwischen Unterprogrammen und Bearbeitungszyklen, die in Bearbeitungsprogrammen und CNC-Werkzeugsteuerungen vorkommen.
- 3) erkennt die Markierungen und Einstelldaten der CNC-Werkzeugmaschine in der technischen Dokumentation.
- 4) erkennt die Bedeutung von Schlüsselwörtern in Bearbeitungsprogrammen
- 5) verwendet den Programmiersprachencode zum Bearbeiten der Bearbeitungsprogramme
- 6) wählt Werkzeughalter zur Befestigung von Werkzeugen aus
- 7) befestigt Werkzeuge in den Bearbeitungseinheiten von CNC-Werkzeugmaschinen
- 8) stellt Führungs-, Stütz-, Spann-, und andere Elemente ein.
- 9) wählt und richtet Schutz- und Sicherheitseinrichtungen ein
- 10) bestimmt und gibt in die CNC-Werkzeugsteuerung die Korrekturwerte der Zerspanungswerkzeuge ein, bevor das Bearbeitungsprogramm gestartet wird.
- 11) führt ein technologisches Bearbeitungsprogramm in die Steuerung der CNC-Werkzeugmaschine ein.
- 12) wählt Messwerkzeuge zur Kontrolle der Werkstücke nach der Bearbeitung aus

- 13) testet technologische Bearbeitungsprogramme auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.

### Durchführung von Bearbeitungen an numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

#### Auszubildender:

- 1) setzt und führt die Nullpunktverschiebung durch
- 2) befestigt zu bearbeitenden Werkstücken
- 3) startet CNC-Werkzeugmaschinen im manuellen und automatischen Betrieb
- 4) führt Operationen und technologische Tätigkeiten durch, die im technologischen Prozess geplant sind.
- 5) überwacht den Bearbeitungsprozess und reagiert auf Meldungen der CNC-Werkzeugsteuerung.
- 6) bewertet den Verschleißgrad des Werkzeugmessers
- 7) ersetzt die Klinge bei übermäßigem Verschleiß oder Beschädigung
- 8) korrigiert die Bearbeitungsergebnisse
- 9) führt die Maßkontrolle von Werkstücken nach Abschluss der Bearbeitung durch
- 10) führt die Wartung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen durch.

Nach Abschluss des Schulungsmoduls ist der Teilnehmer in der Lage, eine CNC-Werkzeugmaschine selbständig auf die geplante Bearbeitung vorzubereiten und die Bearbeitung gemäß der technologischen Dokumentation durchzuführen.

#### V. Erwartete Ergebnisse

Fähigkeit	Lernergebnisse mit Verifikationskriterien
sieht Gefahren für die menschliche Gesundheit und das Leben, Eigentum und die Umwelt im Zusammenhang mit der Erfüllung beruflicher Aufgaben vor.	- die Gefahren für die menschliche Gesundheit und das Leben im Zusammenhang mit der Erfüllung der beruflichen Aufgaben eines Bedieners von CNC-Holzbearbeitungsmaschinen zu charakterisieren.
	- die Gefahren für Eigentum und Umwelt im Zusammenhang mit der Erfüllung der beruflichen Aufgaben eines Bedieners von CNC-Holzbearbeitungsmaschinen zu charakterisieren.
	- mit Arbeits- und Gesundheitsschutzdiensten im Bereich der Ermittlung von Gefahren für die menschliche Gesundheit und das Leben, Eigentum und die Umwelt zusammenzuarbeiten
	- geeignete Verhaltensregeln für den Fall von Arbeitsunfällen, Bränden und anderen gefährlichen Situationen anzuwenden.
wendet persönliche und kollektive Schuttmittel zur Erfüllung beruflicher Aufgaben an	- Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen und Krankheiten im Zusammenhang mit Faktoren der Arbeitsumgebung zu ergreifen.
	- kollektive Schuttmittel zu ergreifen, die der Erfüllung beruflicher Aufgaben bei der Herstellung von Maschinenteilen angemessen sind
erkennt charakteristische Punkte von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Konstruktionsmerkmale von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen unterscheiden</li> <li>- zwischen Koordinatensystemen von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen zu unterscheiden</li> <li>- zwischen Nullpunkten und Referenzpunkten von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen unterscheiden</li> </ul>
erkennt die Bedeutung von Schlüsselwörtern in Bearbeitungsprogrammen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Struktur der CNC-Programmstruktur beschreiben</li> <li>- zwischen vorbereitenden Funktionen unterscheiden</li> <li>- zwischen technologischen Funktionen unterscheiden</li> </ul>
unterscheidet zwischen Unterprogrammen und Bearbeitungszyklen, die in Bearbeitungsprogrammen und CNC-Steuerungssystemen von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen vorkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zwischen Unterprogrammen zu unterscheiden, die in CNC-Programmen verwendet werden</li> <li>- zwischen Bearbeitungszyklen in CNC-Programmen unterscheiden</li> </ul>
setzt und führt die Nullpunktverschiebung durch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nullpunktverschiebung einstellen</li> <li>- die Informationen über die Nullpunktverschiebung in die Steuerung der</li> </ul>

	Werkzeugmaschine eingeben
wählt Messwerkzeuge zur Kontrolle der Werkstücke nach der Bearbeitung aus	- Messgeräte auswählen
wählt Werkzeughalter zur Befestigung von Werkzeugen aus	- werkzeughalter für Befestigungswerkzeuge auswählen
befestigt Werkzeughalter und Werkzeuge in Steckschlüsseleinsätze oder setzt sie in das Werkzeugmagazin einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine ein.	- Werkzeugsätze montieren
	- werkzeughalter und Werkzeuge in den Bearbeitungseinheiten der Werkzeugmaschine montieren
	- Werkzeughalter und Werkzeuge im Werkzeugmagazin der Werkzeugmaschine befestigen
bestimmt und gibt in die CNC-Werkzeugsteuerung die Korrekturwerte der Zerspanungswerkzeuge ein, bevor das Bearbeitungsprogramm gestartet wird.	- unterscheidet Arten und Parameter von Werkzeugen
	- Werkzeuge einlagern
	- in die Steuerung der Werkzeugmaschine die Korrekturwerte des Werkzeugs eingeben.
	- die Übereinstimmung der Werkzeugeinstellungen in der Steuerung und im Steuerungsprogramm mit dem tatsächlichen Zustand der Spindel zu überprüfen
	- die Richtigkeit der eingegebenen Werkzeugparameter überprüfen
	- Werkzeuge in der CNC-Werkzeugsteuerung verwalten
führt das technologische Behandlungsprogramm in die numerisch gesteuerte Steuerung der Werkzeugmaschine ein	- das Programm manuell in die CNC-Steuerung der Werkzeugmaschine eingeben.
	- das Programm vom Datenträger in die CNC-Werkzeugsteuerung eingeben.
	- das übersetzte Programm an die CNC-Steuerung der Werkzeugmaschine übertragen.
testet technologische Bearbeitungsprogramme an numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen	- die Methode zum Testen des Bearbeitungsprogramms auf CNC-Werkzeugmaschinen auswählen
	- Optionen zum Testen des Bearbeitungsprogramms auf CNC-Werkzeugmaschinen anwenden
	- Bearbeitungsprogramme auf CNC-Werkzeugmaschinen testen
setzt und führt die Nullpunktverschiebung durch	- Nullpunktverschiebung einstellen
	- die Informationen über die Nullpunktverschiebung in die Steuerung der Werkzeugmaschine eingeben
befestigt zu bearbeitenden Werkstücken	- zwischen bearbeitende Werkstücke zu unterscheiden
	- die technische Dokumentation der CNC-Werkzeugmaschine verwenden
	- die Methode zur Befestigung des zu bearbeitenden Werkstücks auswählen
	- Ortungs-, Führungs-, Stütz- und Spanneinheiten zum Spannen des zu bearbeitenden Werkstückes zu verwenden
aktiviert numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen im manuellen und automatischen Betrieb	- die Betriebsart der CNC-Werkzeugsteuerung auswählen
	- die Werkzeugmaschine im manuellen Modus starten
	- die Werkzeugmaschine im Automatikmodus starten
wählt technologische Parameter der Werkzeugbetriebs aus	- technologische Parameter des Werkzeugbetriebs auswählen
	- technologische Parameter des Werkzeugbetriebs korrigieren
führt Bearbeitungen an numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen durch	- Bearbeitungsprogramm auswählen
	- die Methode zur Ausführung des Bearbeitungsprogramms auswählen
	- das Element gemäß der vorbereiteten technologischen Dokumentation herzustellen
überwacht den Bearbeitungsprozess und reagiert auf Meldungen der Steuerung zur numerischen gesteuerten Werkzeugmaschine	- den Bearbeitungsprozess an der CNC-Werkzeugmaschine zu überwachen
	- auf Meldungen der CNC-Werkzeugsteuerung reagieren
bewertet den Verschleißgrad des Werkzeugmessers	- zwischen den Arten des Verschleißes der Werkzeugklinge unterscheiden
	- die Verschleißschwankungen des Werkzeugmessers zu charakterisieren
	- den Verschleißgrad des Werkzeugmessers bestimmen
ersetzt die Klinge bei übermäßigem Verschleiß oder Beschädigung	- die auszutauschende Klinge entfernen
	- die auszutauschende Klinge auswählen
	- die Klinge des Zerspanungswerkzeuge austauschen
korrigiert die Bearbeitungsergebnisse	- die technologische Dokumentation bei der Maßkontrolle zu verwenden



	- eine Korrektur des Bearbeitungsprogramms vornehmen
	- die Korrekturen des Werkzeugs ersetzen
führt die Maßkontrolle von Werkstücken nach Abschluss der Bearbeitung durch	- Messungen des mit den Messgeräten bearbeiteten Werkstücks durchführen
führt die Wartung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen durch	- Schmierung und Wartung der Werkzeugmaschine durchführen



## VI. Lerninhalte

Programm:

### THEORETISCHER TEIL (16 Stunden, 2 Tage)

Der theoretische Teil des Moduls behandelt Fragen im Zusammenhang mit der Vorbereitung von technologischen Ausführungen von Teilen und ist die Vorbereitung auf den Betrieb von CNC-Werkzeugmaschinen.

Während des theoretischen Unterrichts werden alle Fragen an Beispielen diskutiert und mit Hilfe von Simulatoren geübt.

#### Tag 1

#### Technologische Prozesse zur Herstellung von Maschinenteilen im Zerspanungsprozess

- Technologischer Prozess zur Fertigung von Massivholz-, Holzwerkstoffen- und Kunststoffelementen
- Typische technologische Prozesse von Flach- und Ausschwenkvorrichtung
- Technologische Dokumentation des Herstellungsprozesses von Holzelementen
- Technologische Dokumentation von Operationen auf einer CNC-Werkzeugmaschine (unter Stück-, Serien- und Massenproduktionsbedingungen)

#### Tag 2

#### Vorbereitung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen für die Bearbeitung

- Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen und Geräte zur Holzbearbeitung
- Numerische Steuerungssysteme
- Arten von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen und deren Anbauteilen und Verwendungszweck
- Koordinatenachsen und Bewegungen für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen
- Struktur des Steuerungsprogramms für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen
- Bedienung von CNC - Werkzeugmaschinen zur Holzbearbeitung
- Tätigkeiten, die ein Bediener einer CNC-Werkzeugmaschine ausführt, um die Bearbeitung eines Werkstücks durchzuführen

### PRAKTISCHER TEIL (24 Stunden, 3 Tage)

Der praktische Teil findet am eigentlichen Arbeitsplatz statt und umfasst alle Tätigkeiten, die für die Bearbeitung der verschiedenen Werkstücke notwendig sind - von der Vorbereitung des entsprechenden Eingangsmaterials und der richtigen Spannvorrichtung über die Auswahl und das Laden des Bearbeitungsprogramms, dessen Überprüfung durch Simulation bis hin zur vollständigen Ausführung des Werkstücks. Nach Abschluss des Bearbeitungsprozesses werden Messungen und eventuelle Korrekturen durchgeführt.





Tag 3

**Vorbereitung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen für die Bearbeitung**

Die Arbeit mit einer Werkzeugmaschine mit numerischer CNC-Steuerung:

- Numerische Steuerung- und Werkzeugmaschinenbedienfeld
- Betriebsarten der Werkzeugmaschine
- Werkzeugeinstellung
- Ein- und Ausschalten der Werkzeugmaschine
- Einstellen des Bezugspunktes (des Beginns des Koordinatensystems)
- Verwaltung von Bearbeitungsprogrammen
- Korrektur der Werkzeugeinstellmaße und Einstellung der Werkzeugkorrekturen
- Umgang mit Notfällen

Tag 4

**Durchführung der Bearbeitung von Teilen auf einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine gemäß der technologischen Dokumentation.**

Bearbeitung von Werkstücken nach einem zuvor vorbereiteten Programm:

- die Werkzeugmaschine einschalten
- Werkzeuge einstellen
- die Abmessungen der Werkzeuge in die numerische Steuerung der Werkzeugmaschine eingeben
- die Werkzeuge in den Kopf/ Werkzeugmagazin montieren
- Werkstück montieren
- den Werkstück-Basispunkt mit dem Einsteller/Messsonde einstellen
- die korrekte Definition der verwendeten Werkzeuge im Programm zu überprüfen
- das Programm in der Blockbetriebsart starten, wobei besonders auf die Kollisionsmöglichkeit zu achten ist (Änderung der Geschwindigkeit der Eingang und der Arbeitsgeschwindigkeit mit Potentiometern)

oder

- das Programm in der Simulationsoption überprüfen, wenn die Simulation korrekt ist, den AUTO-Modus bei aktiviertem Blockbetrieb starten,
- einzelne Blöcke des Programms starten
- das Werkstück demontieren
- Späne aus dem Bearbeitungsraum entfernen
- die Werkzeugmaschine ausschalten.

Tag 5

**Durchführung der Bearbeitung von Teilen auf einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine gemäß der technologischen Dokumentation.**

- Werkzeugmessungen - manuell und automatisch mit Hilfe einer Sonde zur Werkzeugeinstellung.





- Einstellen der Werkstück-Bezugspunkte - manuelles und mit einem Berührungssonde
- Bearbeitung von Werkstücken im Betriebsmodus (z.B. JOG, MDI, AUTO)
- Werkstückmessungen. Korrektur eingeben
- Umgang mit Notfällen
- Vorbereitung des Berichts über die durchgeführten Übungen
- Prüfungstest

## **VII. Methoden der Arbeit mit Auszubildenden**

Es ist ratsam diese Methoden zu verwenden, wie z.B. die Haupttextmethode, die Projektmethode, praktische Übungen und eine erklärende Präsentation. Sie sollten eine entsprechende Anweisung oder einen Leittext für die Übungen vorbereiten. Bei den Fähigkeiten zur Herstellung von CNC-Werkzeugmaschinenteilen wird empfohlen, eine erklärende Präsentation und Haupttextmethode zu verwenden. Jeder Auszubildende sollte die Fähigkeit erlernen, eine CNC-Werkzeugmaschine im Bereich der Vorbereitung von Werkzeugmaschinen und der Ausführung von Werkstücken zu bedienen.

Es sollte auch auf die Ausbildung beruflicher Einstellungen geachtet werden, die Folgendes betreffen: die Einhaltung der Grundsätze der Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz, die Aufrechterhaltung der Ordnung am Arbeitsplatz, die sorgfältige Ausführung von Aufgaben sowie die Fähigkeit, Einzel- und Teamarbeit zu organisieren.

Vor Beginn der Übungen ist es notwendig, die Auszubildenden mit den Vorschriften des Arbeitsschutzes vertraut zu machen.

## **VIII. Ort der Durchführung - Name / Beschreibung des Workshops, in dem spezifische Fähigkeiten ausgebildet werden sollen.**

Die praktische Ausbildung kann erfolgen in: Schülerwerkstätten, Einrichtungen des lebenslangen Lernens, Einrichtungen der praktischen Ausbildung und Einrichtungen, die potenzielle Arbeitsplätze für Absolventen von Berufsschulen sind.

## **IX. Listen mit Werkzeugen, Maschinen und Geräten und Beschreibungen ihrer Verwendung bei der Implementierung des Moduls.**

Die Lehrveranstaltungen sollten in einem numerisch gesteuerten Programmier- und Betriebsraum für Werkzeugmaschinen durchgeführt werden, der mit: Computerarbeitsplatz für einen Lehrer mit Drucker, Plotter, Scanner und Multimedia-Projektor, Computerarbeitsplatz (ein Arbeitsplatz für einen Auszubildenden), Drehmaschine mit CNC-Numeriksteuerung, Fräsmaschine mit CNC-Numeriksteuerung oder Bearbeitungszentrum, Simulator zum Erlernen der Programmierung, Software zur Simulation der Arbeit von CAD/CAM-gesteuerten Werkzeugmaschinen (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), einschließlich Postprozessoren für Werkzeugmaschinen, Halterungen und Zerspanungswerkzeuge, Werkzeughalter, Bearbeitungswerkzeuge, Messwerkzeuge und -instrumente, Sonden für Messwerkzeuge, Betriebswerkzeuge, Programmier- und Bedienungsanleitungen für CNC-Werkzeugmaschinen, Kataloge von Halterungen und Instrumenten, Werkzeughalter, Bearbeitungswerkzeuge, Normen für die Zerspanung. An den Orten, an denen der Unterricht stattfindet, sollte es sein: CNC-Simulationsprogramm, CAM-Programm, Messgeräte, technologische Dokumentation, Anleitungen und Normen, die die Auswahl der technologischen



Parameter der Verarbeitung ermöglichen, Multimedia-Gerät. Der Workshop-Unterricht sollte in einer Gruppe von bis zu 6 Auszubildenden stattfinden.

**X. Methoden zur Validierung der erzielten Ergebnisse.** *(Welche Methoden verwenden wir zur Überprüfung - z.B. Tests, Präsentationen, Beobachtungen, Simulationen, usw.)*

Im Laufe des Lehrplans können die Leistungen des Auszubildenden durch mündliche Prüfungen, Prüfungen der Schulleistungen, Beobachtung der Aktivitäten des Auszubildenden bei der Erfüllung von Aufgaben, Projektgestaltung, Präsentation des Projekts überprüft werden.

Es wird empfohlen, die praktischen Fähigkeiten anhand der Beobachtung der Aktivitäten des Auszubildenden während der Übung zu überprüfen. Kriterien für die Bewertung des Niveaus der praktischen Fähigkeiten sollten berücksichtigt werden:

- Beachtung der Arbeitsschutzbestimmungen beim Bedienen einer CNC-Werkzeugmaschine
- Arbeitsplatzorganisation
- Herstellung eines Werkstücks auf einer CNC-Werkzeugmaschine
- die Qualität der durchgeführten Arbeiten.

Nach Abschluss des modularen Einheitenprogramms wird empfohlen, einen Praxistest durchzuführen. Die Prüfungsaufgaben sollten sich auf die Vorbereitung und Durchführung der Holzbearbeitung beziehen. Bei der abschließenden Bewertung durch die modulare Einheit sollten die Ergebnisse aller Methoden des Lehrers zur Bewertung der Leistung der Auszubildenden berücksichtigt werden.

**XI. Vorgeschlagene Literatur**

- Bedienungsanleitung für CNC-numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen
- Programmieranleitung für das numerische Steuerungssystem einer CNC-Werkzeugmaschine
- Programmieranleitung für die numerische Steuerung Heidenhain TNC 360

**XII. Beispielhafte Unterrichtspläne mit Beispielsätzen von Übungen, Aufgaben**

- 1) Übung: Bearbeitung auf einem CNC-Fräszentrum mit einer numerischen Steuerung Heidenhain TNC 360

**PROJEKT:**

***Grenzüberschreitendes Ausbildungsmodell „ViVA 4.0“ /  
Transgraniczny model dualnego kształcenia zawodowego „ViVA  
4.0”***

# ÜBUNG:

**Bearbeitung auf einem  
Bearbeitungszentrum mit numerischer  
Steuerung von HEIDENHAIN**

**Der Name des Moduls: CNC - Bearbeitung von  
Nichtmetallen**

## 1. Ziel der Übung

Ziel der Übung ist es, den Maschinenbediener mit den grundlegenden Tätigkeiten vertraut zu machen, die ein Bediener eines Holzbearbeitungszentrums durchführt, um die Bearbeitung von Teilen/Elementen durchzuführen.

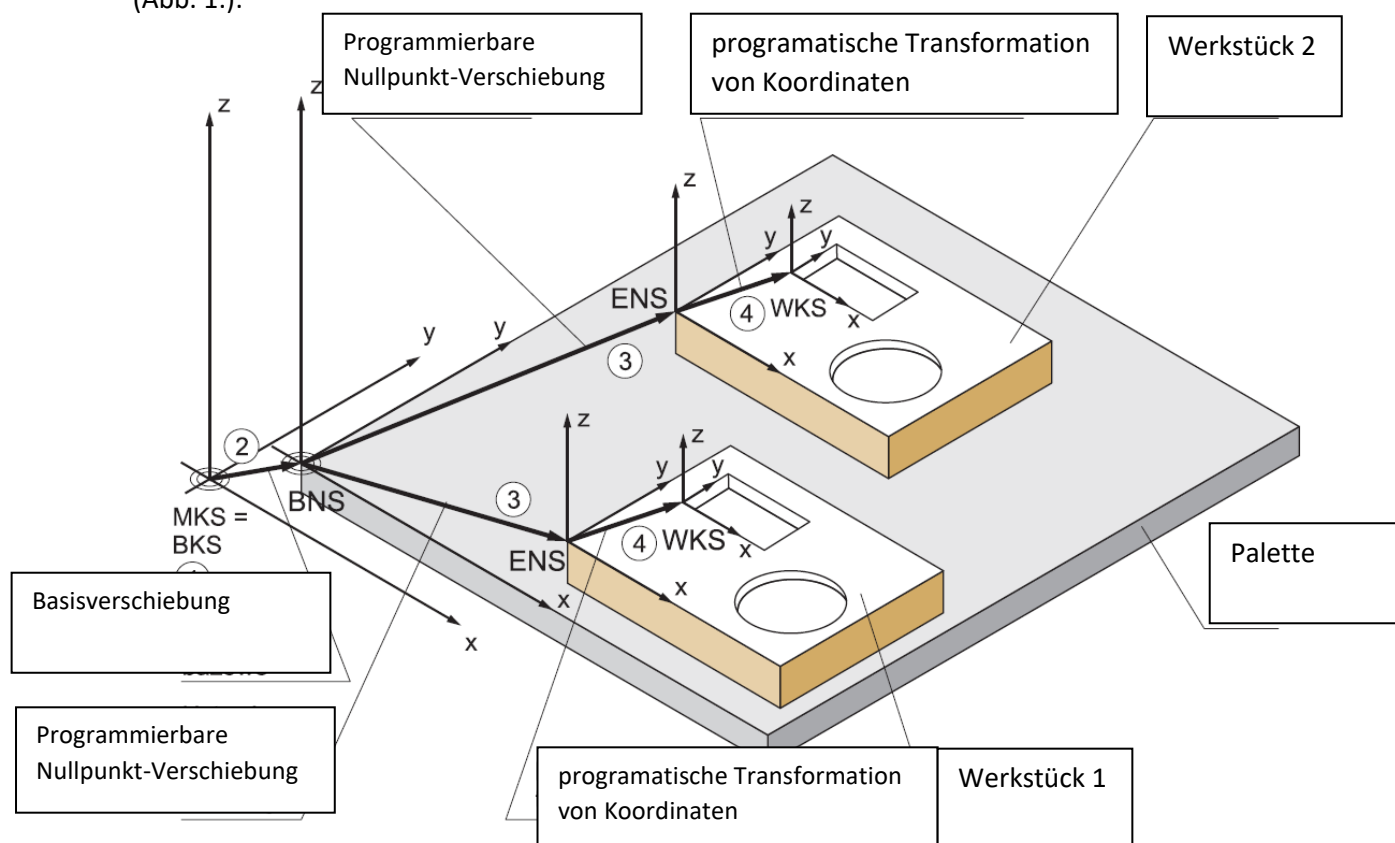
Die Übung beinhaltet das Kennenlernen der grundlegenden Aktivitäten an einer CNC-Werkzeugmaschine, die zur Durchführung der Teilebearbeitung erforderlich sind: Vorbereitung des Werkstücks für die Bearbeitung, Vorbereitung der Werkzeuge, Festlegen des Anfangs des Koordinatensystems.

## 2. Einleitung

Das CNC-Bearbeitungszentrum ist für die Bearbeitung komplexer Werkstücke/Teile mit flachen und räumlichen Formen ausgelegt. Es ist für die Verarbeitung von Holz, Holzwerkstoffen, Kunststoffen usw. ausgelegt.

Die Übung wird in einem Holzbearbeitungszentrum durchgeführt, das mit der numerischen Steuerung von HEIDENHAIN ausgestattet ist.

1.1 Werkstück-Koordinatensystem (WKS) - ein rechtwinkliges, rechtshändiges Koordinatensystem, das einem Werkstück zugeordnet ist und zur Programmierung eines Bearbeitungsvorgangs dient, das in Form eines Steuerungsprogramms gespeichert ist. Beziehungen zwischen Koordinatensystemen (Abb. 1.):

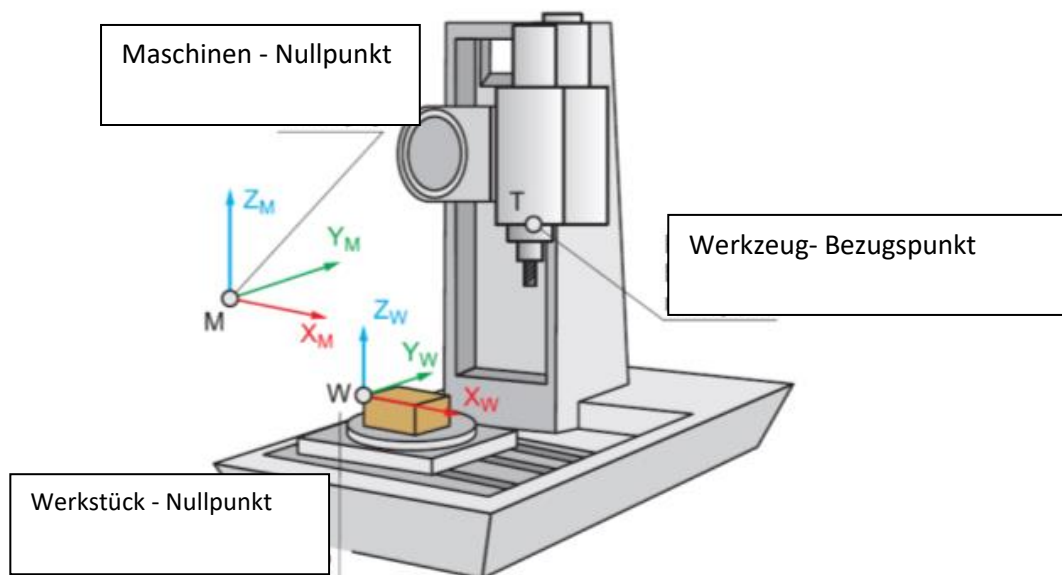


**Abb. 1 - Zusammenhänge zwischen Koordinatensystemen**

- 1) Überlagerung von Maschinenkoordinatensystem und Basiskoordinatensystem (kinematische Transformation ist inaktiv)
- 2) Durch die Basisverschiebung wird das System der Basisverschiebung des Nullpunktes (BNS), genannt Paletten-Nullpunkt, erhalten
- 3) Die einstellbare Nullpunktverschiebung bestimmt das System der einstellbaren Nullpunktverschiebung (ENS) für Werkstück 1 oder Werkstück 2

- 4) Programmierbare Koordinatentransformation führt zu einem Koordinatensystem für das Werkstück (WKS)

Die charakteristischen Punkte und CNC-Koordinatensysteme für Bearbeitungsmaschine, Werkstück und Werkzeug sind in Bild 2 dargestellt



**Abb. 2** - Grundlegende charakteristische Punkte und Koordinatensysteme in Bezug auf CNC-Werkzeugmaschinen

## 1. Die Arbeit mit einem CNC-Bearbeitungszentrum

### 1.1. Steuerungstastatur iTNC530






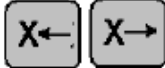






**Abb. 3** - Desktop des numerischen Steuerungssystems iTNC530

Ein Bearbeitungszentrum, das mit einer Standard-Tastatur iTNC530 ausgestattet ist. Die wichtigsten Tastengruppen auf diesem Desktop sind:

- 1 Alpha-Tastatur zur Eingabe von Texten, Datei- und Programmnamen und DIN/ISO, Kommentareingabe im Programm
- 2 Dateiverwaltung (PGM MGR) und Aufruf von Hilfsoperationen (z.B. CALC - Rechner)
- 3 Maschinenmodi
- 4 Eingabe von Zahlen, Auswahl von Achsen und Tasten ENT - Eingabe (Akzeptanz) NO ENT - Rücktritt aus der Eingabe eines Feldes
- 5 Eingabe von Elementen eines Dialogprogramms
- 6 Pfeiltasten und Sprunganweisungen GOTO
- 7 Zusätzliche Tasten zum Editieren des Programms: TOOL DEF/CALL, CYCL DEF/CALL, usw.
- 8 Potentiometer zur Änderung des schnellen und des Arbeitsvorschubs
- 9 Maschinenbedienfeld - aktiv im Handbetrieb (Tabelle unten):

**Tabelle 1** - Basistasten auf dem Bedienfeld der Maschine im Handbetrieb

Taste	Funktion	Taste	Funktion
	Spindeldrehung einschalten		Änderung der Position des Werkzeug-Magazins
	Spindeldrehung ausschalten		Türöffnung - Handbetrieb, Spindel aus
	Änderung der Drehrichtung der Spindel		X-Achse Verfahrenweg
	Programmstart START		Z-Achse Verfahrenweg
	Programm stoppen STOP		Y-Achse Verfahrenweg

\* die Pfeile zeigen die Richtung, in der sich die Teile des Bearbeitungszentrums bewegen, nicht die Bewegung des Werkzeugs in Bezug auf das Koordinatensystem

## 1.2. Maschinenmodi

### 1.2.1. Manuelle Bedienung



In diesem Modus kann man die Maschine voreinstellen, die Position der Maschinenachse manuell (über die Tasten des Maschinenpanels) bestimmen, den Referenzpunkt und die Neigung der Bearbeitungsebenen bestimmen. In dieser Betriebsart werden auch die Tastsystem-Messfunktionen aufgerufen.

### 1.2.2. Elektronikrad



In dieser Betriebsart unterstützt das Elektronikrad das manuelle Verschieben der Achsen, um die Maschine wie im manuellen Betriebsmodus einzustellen. Das tragbare elektronische Rad HR 410 ist mit zwei Zustimmungstasten 3 ausgestattet (so dass sich die Achse bei geöffneter Tür bewegen kann). Das Verschieben der Maschinenachse bei geöffneter Tür ist nur möglich, wenn eine der Zustimmungstasten gedrückt wird. Die Konsole des elektronischen Rades hat die folgenden Steuertasten:

- 1 Not-Aus-Taste,
- 2 Handrad,
- 3 Zustimmungstasten,
- 4 Achswahltasten,
- 5 Taste zum Übernehmen der Ist-Position auf z.B. das Feld der Werkzeuglänge,
- 6 Tasten zur Einstellung des Vorschubs (langsam, mittel, schnell),
- 7 Richtungstaste, in die die TNC die gewählte Achse verfährt





## 8 Zusätzliche Maschinenfunktionen

Außerdem gibt es rote Lichter auf der Konsole, die anzeigen, welche Achse und welchen Vorschub der Bediener gewählt hat.

Um die Achse mit Hilfe des elektronischen Rades zu verschieben, es muss gemacht werden:

- Auswählen der Betriebsart Elektronisches Rad (auf dem Bedienfeld oder durch Drücken der entsprechenden Taste (3))
- bei gedrückter Zustimmungstaste 3 die Achse mit der Taste (4) auswählen
- den Vorschub (drei Bereiche) (6) wählen
- die aktive Achse in die Richtung + oder – verfahren durch Drücken der Taste (7)
- oder die aktive Achse durch Drehen des Rades nach rechts oder links drehen

Nach Beendigung der Arbeiten im elektronischen Radmodus, nach Loslassen der Zustimmungstaste, Taste B 8 (Zusatzfunktionen der Maschine) drücken.

### 1.2.3. MDI-Modus (manuelle Dateneingabe)



In dieser Betriebsart können einfache Bewegungen der Werkzeugbewegung programmiert werden, z.B. zum Planfräsen oder Vorpositionieren durch Eingabe der Werkzeugbewegungen wie im Programmiermodus, aber das Programm kann nur satzweise ausgeführt werden. In diesem Modus können Sie ein Tool, z.B. einen Messtaster, aufrufen.

### 1.2.4. Block-Arbeiten



Mit dieser Betriebsart ist es möglich, das automatische Bearbeitungsprogramm in der Reihenfolge der eingegebenen Sätze zu starten. Nach Drücken der START-Taste werden nachfolgende Programmzeilen ausgeführt.

### 1.2.5. Automatikbetrieb



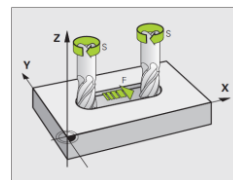
Mit dieser Betriebsart kann man das automatische Bearbeitungsprogramm in der Reihenfolge der eingegebenen Sätze starten. Das Programm wird vom ersten Satz bis zum letzten Satz oder bis zum Drücken der STOP-Taste ausgeführt. Der Programmlauf wird mit der Taste START gestartet.

## 1.3. Werkzeugbezogene Informationen

### 3.4.1 Eingabe von Informationen über Werkzeuge

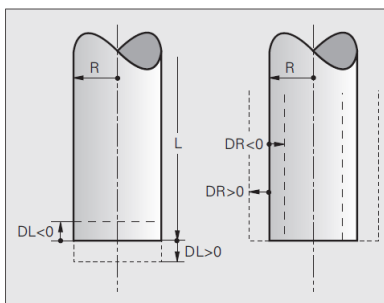
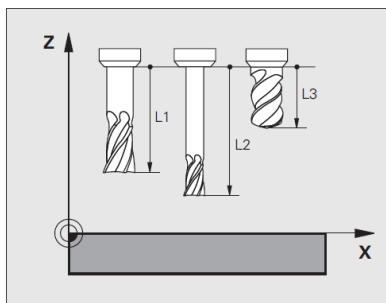
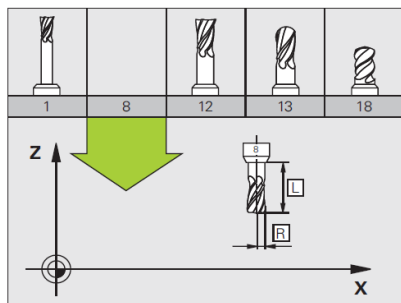
Zerspanungsparameter: Vorschub F in mm/min und Spindeldrehzahl

S in U/min kann im TOOL CALL-Satz (Werkzeugaufruf) und in jedem Positioniersatz eingegeben werden.



### 3.4.2. Werkzeugsdaten

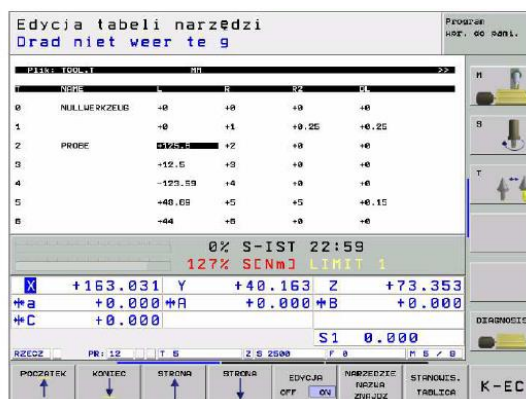
Die Werkzeugsatzdaten sind entweder direkt in der Funktion TOOL DEF des Programms oder separat in den Werkzeugtabellen einzugeben. Bei der Eingabe von Werkzeugdaten in eine Tabelle sind hier weitere werkzeugspezifische Informationen verfügbar. Die TNC berücksichtigt alle eingegebenen Informationen während des Bearbeitungs-Programmlaufs.





### 3.4.3. Tabelle der Werkzeuge. Eintragung der Werkzeugdaten in die Tabelle

Das Bearbeitungszentrum ist mit einem Werkzeug-Magazin ausgestattet, daher sind folgende Werkzeuge nicht definiert im Programm selbst, aber in der Werkzeug-Tabelle (Tabelle 2). Die Tabellenansicht ist in Abb. 4 dargestellt.



**Abb. 4** - Bildschirmsicht beim Editieren einer Werkzeigtabelle

**Tabelle 2** – Einzugebende Standard-Werkzeugdaten

Abk.	Eingaben
<b>T</b>	Nummer, mit der das Werkzeug im Programm aufgerufen wird
<b>NAME</b>	Name, mit dem Sie das Werkzeug im Programm aufrufen. <b>Eingabebereich:</b> Maximal 16 Zeichen, nur Großbuchstaben, kein Leerzeichen)
<b>L</b>	Korrekturwert für die Werkzeug-Länge L
<b>R</b>	Korrekturwert für den Werkzeug-Radius R
<b>DL</b>	Delta-Wert Werkzeug-Länge L
<b>DR</b>	Delta-Wert Werkzeug-Radius R

Vor der Editierung sollte die Werkzeug-Tabelle für die Editierung mit dem Softkey zur Verfügung gestellt werden ( Softkey EDITIEREN auf „EIN“ setzen)



### 3.5. Ein- und Ausschalten des Bearbeitungszentrums

#### 3.5.1. Einschalten des Bearbeitungszentrums

Das Einschalten der Maschine erfolgt durch Drehen des Hauptschalters auf der rechten Seite der Maschine. Nach dem Start der Steuerung erscheint eine Meldung über die Installation des Servispacks auf diesem Treiber. Diese Meldung wird durch Drücken der CE-Taste gelöscht. Wenn dann der Steuerungsbildschirm angezeigt wird, werden die Achsen durch die EIN-Taste auf dem Bedienfeld der Werkzeugmaschine gesteuert.

Achsverschiebung, die Programmausführung ist nur bei geschlossener Maschinentür möglich und es gibt keine roten Meldungen oder Beschriftungen auf dem Bildschirm der Steuerung.

Beim Starten der Maschine fährt der Bediener zunächst mit der einzelnen Achsen zu den Referenzpunkten.

Die Maschine verfügt über ein Verfahren zum Überfahren zu Referenzpunkten. Die Achsen werden durch Drücken der Start-Taste (Tabelle 1) zu den Referenzpunkten überfahren. Nach dem Überfahren zu den Referenzpunkten kann die Arbeit beginnen.

#### 3.5.2. Ausschalten des Bearbeitungszentrums

Um die Maschine korrekt auszuschalten, beachten der Hinweise:

- Ausschalten von Werkzeugmaschinen wie Spindel, Entstaubungsanlage, usw.

- die Notruf-Taste drücken (rot auf gelbem Hintergrund)
- auf dem Bildschirm für den manuellen Betrieb blättern Sie durch die Softkey-Leiste mit den Pfeilen links und rechts im unteren Teil des Bildschirms, um den Softkey OFF zu finden.
- die Taste OFF drücken
- warten, bis die Meldung über das sichere Abschalten der Maschine angezeigt wird, - die Maschine mit dem Hauptschalter ausschalten.

### 3.6. Vorbereitung des Teils/Elements und Einstellen des Einstiegpositions des Koordinatensystems

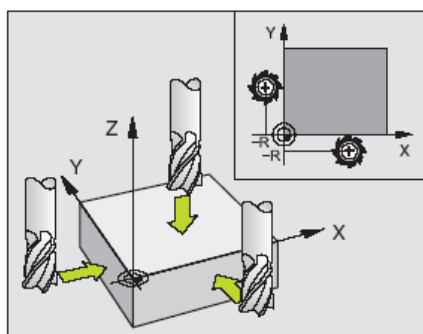
Eine der grundlegenden Aufgaben, die ein CNC-Maschinenbediener zu erfüllen hat, ist das Setzen des Bezugspunktes des Werkstücks (W-Punkt). Die Position des Werkstück-Bezugspunktes ist auf der Teilezeichnung zu markieren.

Das zu bearbeitende Werkstück sollte ordnungsgemäß und sicher auf dem Maschinentisch befestigt sein. Es ist besonders auf die Ausrichtung des Werkstücks zu achten, so dass das übernommene Koordinatensystem des Werkstücks mit dem Koordinatensystem der Werkzeugmaschine übereinstimmt (Parallelität der einzelnen Achsen).

#### 3.6.1. Setzen des Referenzpunktes mit dem Werkzeug

Wenn das Tastsystem nicht vorhanden ist, kann mit einem Werkzeug bekannter Länge und Durchmesser ein Referenzpunkt gesetzt werden.

Nachdem das Werkstück richtig fixiert und fixiert ist, muss der Start des Koordinatensystems in der Steuerung definiert werden. Verwenden Sie dazu das sogenannte "Null"-Tool. (Länge L=0) und bewegen Sie das Werkzeug im Handbetrieb oder mit einem elektronischen Rad nacheinander zum Objektkontakt zu den einzelnen Ebenen des Objekts, wie in Abb. 5 dargestellt.



**Abb. 5** - Einstellen des Bezugspunktes mit dem Werkzeug

Wenn das Werkzeug in einzelnen Achsen mit dem Werkstück in Kontakt gebracht wurde, ist die Option PTS-EINSTELLUNGEN auf dem Bildschirm auszuwählen, dann die einzustellende Achse auszuwählen (X, Y oder Z, mit den Achsauswahltasten auf dem Bedienfeld) und dann den aktuellen Wert der Koordinate des charakteristischen Punktes des Werkzeugs in einer bestimmten Achse in Bezug auf das für das Werkstück verwendete Koordinatensystem einzugeben. Beachten Sie, dass für die X- und Y-Achse der Werkzeugradius entsprechend berücksichtigt werden muss.



## 4. Verlauf der Übung

Um einen Teil nach einem zuvor vorbereiteten Programm herzustellen, ist es notwendig, Folgendes zu tun:

- Einschalten der Bearbeitungsmaschine
- die Informationen (Bearbeitungsparameter F, S und Werkzeugdaten in die Werkzeug-Tabelle) eingeben.



- die Werkzeuge in den Werkzeugwechsler einsetzen.
- das Werkstück ist zu bestimmen und aufzuspannen
- den Startpunkt des Koordinatensystems (W) des Werkstücks mit dem sogenannten "Null"-Werkzeug setzen. (Länge L=0) und im Handbetrieb oder mit einem elektronischen Rad.
- Programm-test
- die Korrektheit der Definition der verwendeten Werkzeuge im Programm in der Werkzeugtabelle überprüfen.
- das Programm in der Satzbetriebsart unter besonderer Berücksichtigung der Kollisionsmöglichkeit (Änderung der Geschwindigkeit der Eilgang und der Arbeitsgeschwindigkeit mit Potentiometern) starten
- Werkstück demontieren
- die Maschine reinigen, Späne aus dem bearbeitungsraum entfernen
- die Maschine ausschalten

## 5. Vorbereitung auf die Übung

Vor Beginn der Übung ist die Kenntnis der Themen erforderlich:

- CNC-Steuerung und Bearbeitungszentrum
- Betriebsarten von CNC-Bearbeitungsmaschinen
- Koordinatensystem des Bearbeitungszentrums
- Einstellen des Nullpunktes des Koordinatensystems
- Grundkenntnisse der Holzbearbeitung: Zerspanungs- und Bearbeitungsparameter, Reihenfolge der Bearbeitungen

## 6. Bericht

Der Bericht sollte Folgendes enthalten:

- Gegenstand und Datum der Ausübung, Bezeichnung der Gruppe
- die Namen der an der Übung beteiligten Personen
- Ziel der Übung
- Ausführungszeichnung des Werkstücks, des zu bearbeitenden Teils, mit dem Bezugspunkt des Koordinatensystems (W) des Werkstücks, markiert einschließlich der Einrichtung und Aufspannung
- eine Beschreibung der wichtigsten Tätigkeiten, die zur Vorbereitung der Bearbeitungsmaschine auf die Bearbeitung durchgeführt wurden
- Schlussfolgerungen

## 7. Literatur, Quellenmaterial

- Bedienungsanleitung für Bearbeitungszentrum mit numerischer Steuerung HEIDENHAIN
- Bedienungsanleitung für die Bediener der HEIDENHAIN iTNC 530
- DR JOHANNES HEIDENHAIN GmbH [https://www.heidenhain.de/de\\_DE/](https://www.heidenhain.de/de_DE/)

