



Zertifikat CNC-Fachkraft im Schreinerhandwerk

CNC-Ausbildung im Rahmen der Berufsausbildung
zum Schreiner/ zur Schreinerin
mit Zertifikatsprüfung

BERUFSSCHULE

ISB

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN

Zertifikat CNC-Fachkraft im Schreinerhandwerk

**CNC-Ausbildung
im Rahmen der Berufsausbildung zum
Schreiner/zur Schreinerin mit
Zertifikatsprüfung**

München, September 2023

Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

Leitung des Arbeitskreises und Redaktion:

Markus Schütz Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München

Mitglieder des Arbeitskreises:

Christian Höllmüller	Staatliches Berufliches Schulzentrum Waldkirchen
Ludwig Memhardt	Staatliche Berufsschule Neustadt an der Aisch
Johannes Pitterich	Staatliche Berufsschule I Bayreuth
Thomas Unterhofer	Staatliches Berufliches Schulzentrum Berchtesgadener Land
Florian Klein	Fachverband Schreinerhandwerk Bayern
Joachim Hillmann	Fachverband Schreinerhandwerk Bayern
Prof. Christian Kortüm	Technische Hochschule Rosenheim

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

Anschrift:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
Abteilung Berufliche Schulen
Schellingstraße 155
80797 München
Tel.: 089 2170-2188
Fax.: 089 2170-2215
Internet: www.isb.bayern.de
E-Mail: markus.schuetz@isb.bayern.de

Inhaltsübersicht

Seite

1	Rahmenplan	4
1.1	Ziel	4
1.2	Voraussetzungen	4
1.3	Inhalte	5
2	Zertifikatsprüfung	7
2.1	Organisatorisches	7
2.2	Prüfung	7
2.3	Bewertung	8
3	Zertifikat	8

Anlagen

1	Bewertungsbogen für das Zertifikat
2	Erläuterung des Bewertungsbogens
3	Zertifikat (Muster)

1 Rahmenplan

1.1 Ziel

Die Schülerinnen und Schüler planen rechnergestützt ein Werkstück bzw. Kleinmöbel und fertigen dieses mit einem computergesteuerten Bearbeitungszentrum.

Sie legen die Bearbeitungsschritte fest und erstellen das Programm für die Bearbeitung. Sie wählen die für die Fertigung geeigneten Werkzeuge aus, rüsten die Maschine und testen die erstellten Programme.

Sie bedienen die Maschine und überwachen den Produktionsprozess unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit, des Gesundheitsschutzes und eines rationellen Fertigungsablaufs.

Die Schülerinnen und Schüler überprüfen das Arbeitsergebnis nach vorgegebenen Qualitätskriterien.

1.2 Voraussetzungen

Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Ausbildung werden als Fertigkeiten vorausgesetzt:

- Aufbau und Funktionsweise von Computern
- Speichern und Verwalten von Dateien
- Aufbau und Umgang mit Standardprogrammen

Um die Qualität des Zertifikats zu gewährleisten, ist darauf zu achten, dass nur ein ausgewählter Personenkreis die Zertifikatsprüfung ablegt. Dies bedeutet, dass nur dafür geeignete Schülerinnen und Schüler für die Zertifikatsprüfung zugelassen werden. Es ist nicht vorgesehen, eine ganze Klasse durch die Prüfung zu führen.

Für die fachgerechte Materialauswahl und -beschaffung sind die Schülerinnen und Schüler selbst verantwortlich.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer haben die Pflicht, sich über die fertigungsrelevanten Daten der CNC-Maschine der Berufsschule, wie z. B. Verfahrbereiche, Werkzeugabmessungen und Spannmöglichkeiten, zu informieren. Das Mindestmaß für die Bearbeitung an der CNC-Maschine beträgt 360 x 180 mm.

1.3 Inhalte

Die unten aufgelisteten Ausbildungsinhalte werden während der 3-jährigen Ausbildungszeit aufeinander aufbauend vermittelt und in kontinuierlicher Anwendung vertieft.

Einführung in die CNC-Technik

- Grundbegriffe (z. B. NC, CNC, WOP-Programmierung, CAD/CAM-Programmierung)
- Steuerungsarten (z. B. Punkt-, Strecken- und Bahnsteuerung)
- Anwendungsgebiete der CNC-Technologie

Aufbau einer CNC-Maschine

- Maschinenüberblick
- Bearbeitungsaggregate
- Spannsysteme
- Positionierhilfen
- Sicherheitseinrichtungen

Koordinatensysteme und Bezugspunkte

- kartesisches Koordinatensystem
- Hauptachsen (X, Y, Z) und Bewegungsrichtungen
- Maschinennullpunkt
- Referenzpunkt
- Werkstücknullpunkt

WOP-Programmierung und CAD/CAM

- Erstellen, Speichern und Öffnen von Programmen
- Definieren des Roh- und Fertigteils
- vertikales Bohren (Einzel-, Reihen-, Rasterbohrung)
- horizontales Bohren
- Nuten und Säge
- Formatieren (mit Säge- oder Fräswerkzeug)
- Konturzug erstellen
- Konturzug fräsen
- Taschen fräsen
- variable Programmierung
- Erstellen von und Arbeiten mit Makros bzw. Komponenten
- Generieren des CNC-Programms
- Datentransfer – CAD/CNC

Maschinenbedienung

- Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
- Referenzfahrt
- Bedienungsarten (Handbetrieb, Automatikbetrieb)
- Rüsten der Maschine
- Laden von Programmen
- Programmtest (z. B. Simulation)
- Aufspannen der Werkstücke
- Abarbeiten von Programmen
- gezielter Programmabbruch
- spezifische Maschinenfunktionen (z. B. automatische Werkzeugaufnahme)
- Reinigung und Wartung
- Finden und Beseitigen typischer Störungen

Werkzeuge

- Werkzeugauswahl und -belastung
- Werkzeugaufnahmen
- Werkzeugdatenbank
- Werkzeugwechsler
- Werkzeugwechsel (manuell oder automatisch)
- Pflege von Werkzeugen und Werkzeugaufnahmen
- Schneidstoffe
- Werkzeugvermessung

Ausblicke

- Vor- und Nachteile der CNC-Technologie
- 4. und 5. Achse
- aktuelle Entwicklungen

2 Zertifikatsprüfung

In den Lehrplanrichtlinien sind die C-Techniken durchgehend in die Lernfelder integriert. Dadurch wird auch die CNC-Technik stärker betont. Die Grundausbildung der in Abschnitt 1.3 genannten Inhalte findet in der Jahrgangsstufe 10 statt. Die Kenntnisse und Fertigkeiten werden in den Jahrgangsstufen 11 und 12 vertieft.

2.1 Organisatorisches

Die Inhalte für die Zertifikatsprüfung werden vollständig durch die Lehrplanrichtlinien abgedeckt und bilden die Grundlage, um die Zertifikatsprüfung durchzuführen.

Das Zertifikat wird über eine Prüfung erworben. Die Schwerpunkte gliedern sich wie folgt:

- die eigenständige Erstellung einer Dokumentationsmappe,
- die WOP-Programmierung und
- die Maschinenbedienung.

Da sich die CNC-Ausbildung in der Berufsschule durchgehend über alle drei Jahrgangsstufen erstreckt, ist die Zertifikatsprüfung an der Maschine im letzten Halbjahr der Ausbildung anzusetzen.

Die Schule kann entscheiden, ob sie die mit der Ausbildung verbundene Prüfung anbietet. Ebenso muss die Teilnahme an der Prüfung für die Schülerinnen und Schüler freiwillig sein.

Schülerinnen und Schüler, die sich der Zertifikatsprüfung unterziehen, müssen ihr Werkstück eigenständig planen. Dabei beachten sie die Vorgaben (siehe Abschnitt 2.2).

Die Anforderungen an das Zertifikat sind so bestimmt, dass sowohl für die Ausbildung als auch für die Abnahme der Prüfung ein Bearbeitungszentrum mit mindestens drei gesteuerten Achsen und mehreren Spindeln erforderlich ist (Werkzeugwechsler ist nicht notwendig).

Eine Schulungsmaschine mit einer Spindel erfüllt diese Voraussetzungen nicht.

2.2 Prüfung

Die Teilnahme an der Zertifikatsprüfung ist für die Schülerinnen und Schüler freiwillig. Die Prüfung findet an einem Werkstück statt, welches selbständig zu planen ist.

Das Prüfungsstück muss eigenständig nutzbar sein und darf aus maximal vier Teilen bestehen, wobei mindestens zwei davon CNC-Teile sind, die die Prüfungsinhalte abdecken.

Die Lehrkraft überprüft, ob diese Bedingungen erfüllt sind und sich damit nachstehend aufgelistete Prüfungsanforderungen abdecken lassen:

- Erstellen und Fräsen einer Außen- oder Innenkontur mit den Elementen Linie und Kreisbogen
- horizontale und vertikale Bohrungen unter Berücksichtigung rationeller Programmierung und Fertigung (z. B. Reihenbohrung)
- Eines der folgenden Elemente muss enthalten sein:
 - Tasche
 - Durchbruch
 - Nut (ausgeführt als Sägebearbeitung)

Weitere Inhalte der Prüfung sind:

- Maschinenbelegung
- Saugerpositionierung

Die Zertifikatsprüfung besteht aus folgenden Teilen:

Teil 1: Erstellen einer Dokumentationsmappe in zweifacher Ausfertigung

Teil 2: Programmerstellung für die Bearbeitung des Werkstücks mit WOP (angemessener Zeitrahmen: ca. 20 Minuten bis maximal 40 Minuten)

Teil 3: Rüsten der Maschine und Maschinenbelegung (angemessener Zeitrahmen für Programmkontrolle und ggf. Nachbesserung: pro Bauteil ca. 10 Minuten)

Vor dem Abarbeiten des Programms muss geprüft werden, ob eine Kollisionssituation (Maschine oder Werkstück) entstehen würde. Ist dies der Fall, so ist die Prüfung nicht bestanden!

Teil 4: Fertigung des Werkstücks mit anschließender Endkontrolle, ggf. Nachbesserung des Programms (angemessener Zeitrahmen für die Nachbesserung: ca. 5 Minuten)

2.3 Bewertung

Um das Zertifikat zu erhalten, muss am Ende der Prüfung das fertige Werkstück vorliegen und es müssen mindestens **110 von 160 Punkten** erzielt werden. Eine Wiederholungsprüfung ist nicht möglich. Für die Bewertung gilt der beiliegende Bewertungsbogen, der die geforderten Arbeitsschritte und deren Gewichtung enthält (siehe Anlagen 1 und 2, Bewertungsbogen mit Erläuterungen).

Der Bewertungsbogen steht als Word-Datei und als Excel-Datei zum Download bereit (www.isb.bayern.de).

3 Zertifikat

Das Zertifikat wird durch die Schule eigenverantwortlich verliehen. Es muss den Vorgaben des Staatsministeriums für Unterricht und Kultus entsprechen und wird über das Schulverwaltungsprogramm ausgestellt. Es bescheinigt die bestandene Prüfung und enthält eine Auflistung der Fertigkeiten aus der Ausbildung (siehe Anlage 3).

Platz für
Schullogo

Bewertungsbogen für das Zertifikat: CNC-Fachkraft im Schreinerhandwerk

Name: _____	Datum: _____
Prüfstück: _____	Prüfer: _____

Teil 1: Erstellen einer Dokumentationsmappe	22 P.	
gestaltetes Deckblatt, räumliche Darstellung (Perspektivauswahl, farbig angelegt, Maßstab)	2 P.	
Ansichten in CAD (<i>Maßstab, Hauptmaße, Schnittführung – Detail, Schriftfeld</i>)	4 P.	
fertigungsgerechte Darstellung der CNC-Bauteile in CAD (Maßstab, Bemaßung, Schriftfeld, Schnitt- und Einzelteilzeichnung), ggf. Zusatzinformationen (z. B. Frässhablonen)	8 P.	
Materialliste inkl. Kleinteile – rechnergestützt	4 P.	
Arbeitsablaufplanung der CNC-Arbeit – rechnergestützt	4 P.	

Teil 2: Programmerstellung für die Bearbeitung des Werkstücks mit WOP (angemessener Zeitrahmen: ca. 20 Minuten bis max. 40 Minuten)		
Programmerstellung	69 P	
Programmhandhabung, z. B. Datei anlegen, speichern, Kommentar	3 P.	
Werkstück definieren	Fertigteil	3 P.
	Rohteil/Aufmaß XY	2 P.
	Nullpunktverschiebung/Versatzmaße	2 P.
Konturzug erstellen	Lage Startpunkt	2 P.
	Linien	4 P.
	Kreisbogen	6 P.
Konturbearbeitung	Fräsparameter	10 P.
	Werkzeugauswahl	5 P.
Bohrungen	vertikal	6 P.
	horizontal	6 P.
Tasche oder Durchbruch oder Nut	Bearbeitungsparameter	10 P.
	Werkzeugauswahl (Sägerichtung)	5 P.
variable Programmierung	5 P.	

Anlage 1: Bewertungsbogen

Teil 3: Rüsten der Maschine und Maschinenbelegung (angemessener Zeitrahmen für Programmkontrolle und ggf. Nachbesserung: ca. 10 Minuten)			
Rüsten der Maschine:		43 P.	
Maschine vorbereiten, z. B. hochfahren, Referenzfahrt (ggf. nur beschreiben)		5 P.	
Maschine belegen	Programm einlesen	3 P.	
	Programmkontrolle	3 P.	
	fehlerfreies Programm	8 P.	
	Platzzuweisung mit Generieren	8 P.	
	Sauger positionieren	10 P.	
	Werkstücke aufspannen	6 P.	

Programmkontrolle durch Lehrkraft	Abbruch	JA / NEIN
Grund:		

Teil 4: Fertigung des Werkstücks mit anschließender Endkontrolle, ggf. Nachbesserung des Programms (angemessener Zeitrahmen für die Nachbesserung: ca. 5 Minuten)			
Fertigung		26 P.	
UVV (Gehörschutz, Arbeitskleidung, Sicherheitsschuhe)		3 P.	
Werkzeugwechsel (Werkzeug aufnehmen – Werkzeug ablegen)		3 P.	
Werkstück fertigen	Programm abarbeiten	10 P.	
	korrektes Werkstück	10 P.	

Gesamtsumme:		160 P.	
---------------------	--	---------------	--

Werkstück muss zusammengesteckt werden, ggf. Nachbesserung		
Werkstückkontrolle durch Lehrkraft	Abbruch	JA / NEIN
Grund:		

Wichtige Hinweise:

- Für Teil 3 und 4 ist eine maximale Gesamtbearbeitungszeit von 60 Min. vorgesehen.
- Bei Kollision ist das Bestehen nicht möglich.
- Bei nicht korrekten Verbindungen (z. B. Dübelverbindungen, Domino, Zapfenverbindungen, Lamello- oder Clamexverbindungen) ist ein Bestehen der CNC-Zertifikatsprüfung nicht möglich.
- Es müssen mindestens 110 Punkte erreicht werden.

Erläuterung des Bewertungsbogens

Der Bewertungsbogen ist so konzipiert, dass er den verschiedenen an den Schulen vorhandenen Systemen möglichst gerecht wird. Sollten manche Bewertungskriterien nicht erforderlich sein, so ist deren Punktzahl sinnvoll innerhalb der jeweiligen Kategorie auf entsprechende Bewertungskriterien umzulegen.

1. Dokumentationsmappe

siehe Hinweise Bewertungsbogen

2. Programmerstellung

Das Programmieren der Prüfungsteile mit WOP muss an der Schule erfolgen. Das jeweilige Programm ist Grundlage für den weiteren Prüfungsverlauf.

Programmhandhabung, z. B.

- Datei anlegen
- ggf. Besonderheiten beim Speichern und bei der Vergabe des Dateinamens berücksichtigen
- Ergänzen des CNC-Programms mit Kommentar

Werkstück definieren

- | | |
|-----------------------------------|--|
| Fertigteil | - Definieren der Außenmaße (bei Freiformen größte Abmessungen berücksichtigen) |
| Rohteil | - nur bei erforderlicher Bearbeitungszugabe |
| Nullpunktverschiebung/Versatzmaße | - je nach Konturbearbeitung
- je nach Anschlagssituation (Schablone, Hilfsanschlag) |

Konturzug erstellen

- | | |
|-----------------|--|
| Lage Startpunkt | - nur Lage und Eingabe des Startpunkts der Kontur bewerten |
| Linien | - möglichst rationelle Vorgehensweisen bewerten |
| Kreisbogen | - möglichst rationelle Vorgehensweisen bewerten |

Konturbearbeitung

- | | |
|---------------|---|
| Fräsparameter | - An- und Abfahrbewegung
- stufenweises Fräsen, Zustellung, Z-Maß
- Abstand zur Kontur (Schruppen und Schlichten) |
|---------------|---|

- | | |
|-----------------|--|
| Werkzeugauswahl | - richtiges Werkzeug
(Durchmesser, Schneidwerkstoff, Nutzlänge) |
|-----------------|--|

Bohrungen

- | | |
|------------|--|
| vertikal | - Bohrparameter
- möglichst rationelle Vorgehensweisen bewerten |
| horizontal | - vgl. vertikale Bohrungen |

Tasche/Durchbruch/Nut

- Parameter, z. B.
- Werkzeugversatz
 - Vorritzen
 - Gleich- oder Gegenlauf

Werkzeugauswahl, z. B.

- richtiges Werkzeug
(Durchmesser, Schneidenwerkstoff, Nutzlänge)
- Fräser mit stirnseitigen Schneiden beim Taschenfräsen

variable Programmierung

- Bepunktung in Abhängigkeit der Ausprägung der variablen Programmierung

3. Rüsten der Maschine

Maschine vorbereiten

- alle Arbeitsschritte von der ausgeschalteten (stromlosen) Maschine bis zum Einlesen des Programms an der Maschine*
- ggf. auftretende einfache Fehler erkennen

**Für den Prüfungsablauf ist ein häufiges Hochfahren und Referenzieren der Maschine aufwendig. Deshalb kann die Vorbereitung der Maschine auch mündlich abgefragt werden.*

Maschine belegen

Programm einlesen

- vom Datenträger oder Netzwerk
- Abspeichern im vereinbarten Verzeichnis

Programmkontrolle

- Simulation (falls vorhanden) oder Abfahren des Programms ohne Werkstück
- für Programmkontrolle und ggf. Nachbesserung ca. 10 Minuten

fehlerfreies Programmieren

- volle Punktzahl für fehlerfreies Programm ohne Nachbesserung

Platzzuweisung mit Generieren

- gespiegelt oder nicht gespiegelt generieren

Sauger positionieren

- exaktes Positionieren der benötigten Sauger und Konsolen

Werkstück aufspannen

- sauberes Auf- und Anlegen des Werkstücks
- Kontrolle, ob das Werkstück auch gespannt wurde

Programmkontrolle durch die Lehrkraft

Bevor das Werkstück gefertigt wird, muss die Lehrkraft das Programm und das Einrichten der Maschine überprüfen. Falls es durch Programmierfehler, falsche Werkzeugwahl oder falsche Bestückung der Maschine zu einer Kollision käme, muss die Lehrkraft einschreiten, um einen eventuellen Schaden zu vermeiden. Die Konsequenz daraus ist das Nichtbestehen der Prüfung.

4. Fertigung

Werkzeugwechsel

- Bestücken des Werkzeugwechslers mit vorhandenen Werkzeugen (manuell oder automatisch auf Übergabeplatz)

Das Einmessen eines neuen Werkzeugs ist nicht Bestandteil der Prüfung.

Werkstück fertigen

Programm abarbeiten

- Überwachen der Maschine während der Produktion
- Eingreifen im Störfall

korrektes Werkstück

- volle Punktzahl für fehlerfreies Werkstück ohne Nachbesserung
- ggf. Nachbesserung des Programms (Für die Nachbesserung ist ein angemessener Zeitrahmen von ca. 5 Minuten vorgesehen.)

Platz für
Schullogo

Staatliche Berufsschule
(Amtliche Bezeichnung der Berufsschule, Schulort)

Zertifikat

CNC-Fachkraft im Schreinerhandwerk

Vorname Name

geboren am in, hat im Schuljahr

die Zertifikatsprüfung zur CNC-Fachkraft im Schreinerhandwerk erfolgreich abgelegt.

Ort, Datum

Schulleitung

Lehrkraft

.....
(Vor- und Familienname, Amtsbezeichnung)

.....
(Vor- und Familienname, Amtsbezeichnung)

Anlage 3: Zertifikat

Gegenstände der Ausbildung waren

- 1. Einführung in die CNC-Technik**
 - o Grundbegriffe (z. B. NC, CNC, WOP-Programmierung, CAD/CAM-Programmierung)
 - o Steuerungsarten (z. B. Punkt-, Strecken- und Bahnsteuerung)
 - o Anwendungsgebiete der CNC-Technologie
- 2. Aufbau einer CNC-Maschine**
 - o Maschinenüberblick
 - o Bearbeitungsaggregate
 - o Spannsysteme
 - o Positionierhilfen
 - o Sicherheitseinrichtungen
- 3. Koordinatensysteme und Bezugspunkte**
 - o kartesisches Koordinatensystem
 - o Hauptachsen (X, Y, Z) und Bewegungsrichtungen
 - o Maschinennullpunkt
 - o Referenzpunkt
 - o Werkstücknullpunkt
- 4. WOP-Programmierung und CAD/CAM**
 - o Erstellen, Speichern und Öffnen von Programmen
 - o Definieren des Roh- und Fertigteils
 - o vertikales Bohren (Einzel-, Reihenbohrung)
 - o horizontales Bohren
 - o Nuten und Sägen
 - o Formatieren (mit Säge- oder Fräswerkzeug)
 - o Konturzug erstellen
 - o Konturzug fräsen
 - o Taschen fräsen
 - o variable Programmierung
 - o Erstellen von und Arbeiten mit Makros bzw. Komponenten
 - o Generieren des CNC-Programms
 - o Datentransfer – CAD/CNC
- 5. Maschinenbedienung**
 - o Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
 - o Referenzfahrt
 - o Bedienungsarten
 - o Rüsten der Maschine
 - o Laden von Programmen
 - o Programmtest (z. B. Simulation)
 - o Aufspannen der Werkstücke
 - o Abarbeiten von Programmen
 - o gezielter Programmabbruch
 - o spezifische Maschinenfunktionen (z. B. automatische Werkzeugaufnahme)
 - o Reinigung und Wartung
 - o Finden und Beseitigen typischer Störungen
- 6. Werkzeuge**
 - o Werkzeugauswahl und -belastung
 - o Werkzeugaufnahmen
 - o Werkzeugdatenbank
 - o Werkzeugwechsler
 - o Werkzeugwechsel (manuell oder automatisch)
 - o Pflege von Werkzeugen und Werkzeugaufnahmen
 - o Schneidstoffe
 - o Werkzeugvermessung

Die aufgelisteten Ausbildungsinhalte wurden während der 3-jährigen Ausbildungszeit aufeinander aufbauend vermittelt und in kontinuierlicher Anwendung vertieft. Sowohl die Ausbildung als auch die Abnahme der Prüfung fand an einem Bearbeitungszentrum mit mindestens drei gesteuerten Achsen und mehreren Spindeln statt.