

Maschinen-Einführungskurs Shapeoko CNC-Fräse

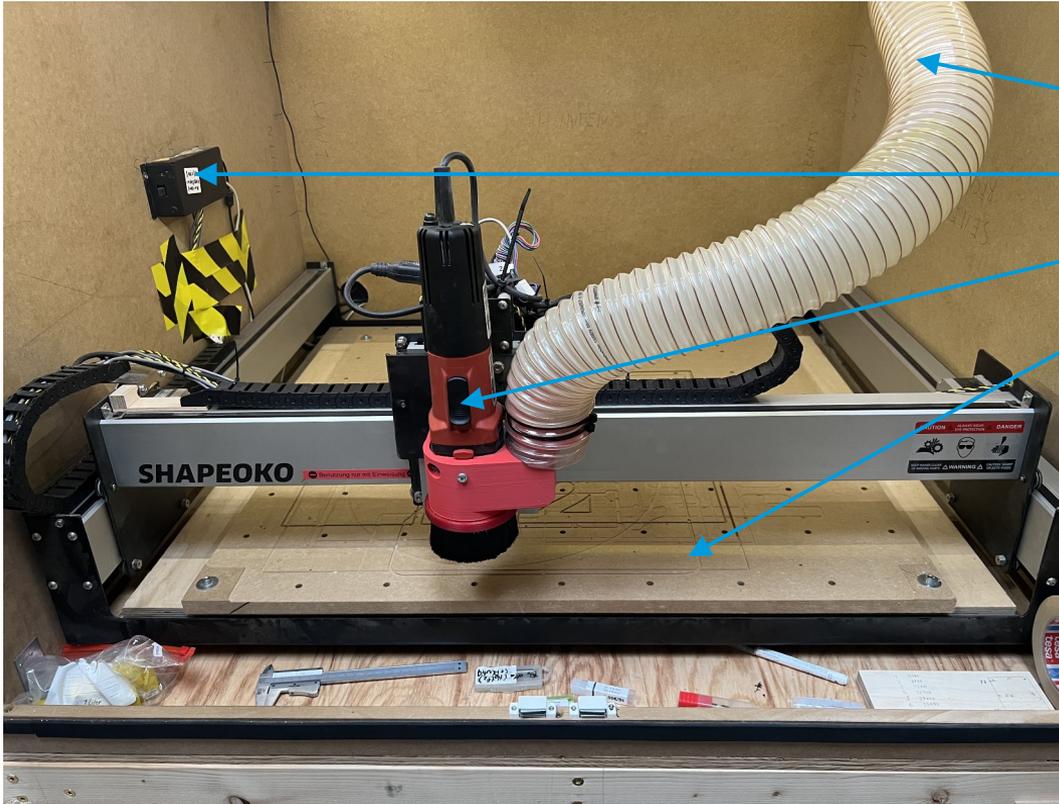
Inhalte des Kurses

- Theorie
 - Was muss ich zu CNC-Fräsen grundlegend wissen?
 - Was kann ich überhaupt fräsen?
 - Wie erstelle ich die Fräs-Pfade?
- Praxis
 - Wie spanne ich mein Werkstück richtig ein?
 - Wie setze ich meinen Nullpunkt?
 - Wie bediene ich die CNC-Fräse
- „Gesellenstück“

Grundwissen CNC-Fräsen

- CNC = Computerized Numerical Control
- Steuerung mit einer Liste von Befehlen
- Kein „Arbeiten mit Gefühl“ möglich
- Hier im Lab: Nur 3-Achs-Fräsen
- Hier im Kurs: Nur 2,5D-Fräsen

Übersicht Shapeoko 3 XXL



Schlauch zur Absaugung

Steuer-Elektronik

Spindel mit Schalter, Drehzahlregler

Opferplatte

Daten Shapeoko 3 XXL

- Portalfräse: Großer Arbeitsraum, wenig Höhe, wenig Steifheit
- Arbeitsraum 838mm x 838mm
- Aufspannbereich ~900mm x ~900mm
 - In Ausnahmefällen kann das Werkstück vorne aus dem Gehäuse raus ragen – dann aber starke Lärmbelastung
 - Die Fräse muss am eingespannten Werkstück vorbei fahren können
- Portalhöhe 80mm bei eingelegter Opferplatte
 - Lange Fräser schränken die Arbeitshöhe weiter ein.

Wichtige Fräsparameter

- Schnittgeschwindigkeit v_c
 - Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich die Klinge des Fräasers am Material entlang?
 - Materialabhängig
 - Hängt von der Drehzahl und Durchmesser des Fräasers ab
 - Wird in m/min angegeben

Material	m/min
Aluminium	500
Weichkunststoff	600
Hartkunststoff	550
Holz hart	450
Holz weich	500
MDF	450

Quelle: Sorotec

Wichtige Fräsparameter

- Drehzahl n
 - Wird aus Schnittgeschwindigkeit berechnet
 - Abhängig vom Fräser-Durchmesser d_1
 - Formel: $n = (v_c * 1000) / (3,14 * d_1)$
 - Beschränkt durch die Spindel: Maximal 24000 U/min
 - Bei $d_1 < 4\text{mm}$ kann die Spindel einfach auf max gestellt werden

Wichtige Fräsparameter

- Vorschub v_f
 - Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich der Fräser durch das Material?
 - Abhängig von Steifheit der Fräse, Anzahl der Zähne des Fräasers z und Vorschub pro Zahn f_z
 - Aus Tabelle entnehmen, zB
<https://www.sorotec.de/webshop/Datenblaetter/fraeser/schnittwerte.pdf>
 - Zu klein: Fräsen erzeugt viel Wärme, kann die aber nicht abführen
 - Zu groß: Spähne können nicht schnell genug abtransportiert werden
 - Formel: $v_f = n * z * f_z$
 - Unsere Fräse schafft diese Werte meist nicht, langsamer anfangen

Wichtige Fräsparameter

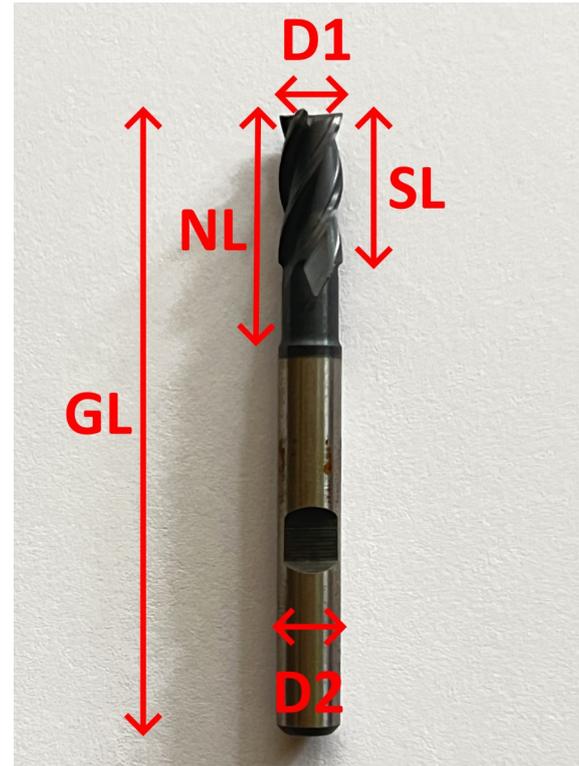
- Tiefen-Zustellung
 - Wie tief taucht der Fräser maximal in das Material ein?
 - Tiefere Fräsungen durch mehrere Durchgänge
 - Bei Holz/Kunststoff Zustellung = Fräserdurchmesser
 - Bei Aluminium 0,2 mm
- Seitliche Zustellung
 - Gefühlssache
 - 80% des Fräserdurchmessers maximal bei Holz/Kunststoff
 - Bei weichem Material wie Schaumstoff zB nur 25%

Beispiel

- Ich will etwas aus einem Stück Weichholz fräsen.
- Mein Fräser: $d_1 = 6\text{mm}$, 2 Schneiden
- Schnittgeschwindigkeit aus Tabelle: 500 m/min
- Drehzahl $n = (500 * 1000) / (3,14 * 6) = 26.539$
- Spindel kann aber nur max 24.000 U/min
- Zahnvorschub aus Tabelle $0,06$
- Vorschub max $v_f = 24000 * 2 * 0,06 = 2880\text{ mm/min}$
 - Das schafft unsere Fräse aber nicht – mit 1200 anfangen und rantasten

Fräser-Grundwissen

- D1: Schneiddurchmesser
- D2: Schaftdurchmesser
- SL: Schneidenlänge
- GL: Gesamtlänge
- Z: Anzahl Schneiden
- (NL: Länge Hinterschnitt)
- Drallwinkel: Steigung der Schneiden



Welchen Fräser verwende ich?

- Im Allgemeinen: So kurz wie möglich
- In den meisten Fällen: So breit wie möglich
- Für Holz:
 - Wenige Schneiden (Zweischneider oder Einschneider)
 - Steiler Drallwinkel oder Gerade Schneide
 - Scharfer Fräser
- Für Kunststoff und Aluminium:
 - Drallwinkel kann weniger steil sein

HSS vs VHM

- VHM: Vollhartmetall
 - Etwas brüchiger, bricht in hartem Material leichter ab
 - Bleibt länger scharf: Gut für Holz/Kunststoffe
 - Teurer als HSS-Fräser
 - An höherem Gewicht erkennbar
- HSS: High Speed Steel
 - Weicher, nutzt sich schneller ab
 - Kann mit Beschichtung veredelt werden

In der Praxis

- Für viele Fräser haben wir brauchbare Parameter, die eher der Realität entsprechen
- Bei Geschwindigkeiten auf die richtige Einheit prüfen: mm/min, m/min, mm/s unterscheiden sich stark
- Die Geschwindigkeiten können während dem Fräsen noch verändert werden, lieber langsam starten und rantasten
- Hölzer sind Naturprodukte und verhalten sich anders: Rantasten
- Je weicher das Material, desto schärfer sollte der Fräser sein

Bedienen von Estlcam

- Einfaches Programm zum Generieren von Fräsdateien
- Kein Zeichenprogramm, kann aber .svg und .dxf usw importieren
- Kann hier heruntergeladen werden: <https://www.estlcam.de/>
- Kosten 49€, ist auf den Labrechnern installiert
- Alternative: zB Autodesk Fusion360 CAM Modul
 - Bedeutend komplexer
- Bedienung wird nicht in den Folien hier erläutert
 - Anleitung zB hier: <https://www.youtube.com/watch?v=od0ZFGGbvX8>

Einschalten der Shapeoko

- Fräse muss zuerst im Labnet eingeschaltet werden
 - Am Display in der Küche oder zB unter x.flka.space
- Danach am Grünen Schalter an der Fräse einschalten
- Der PC startet automatisch, warten bis das Bedieninterface angezeigt wird

Einspannen des Werkstücks

- Methode 1: Doppelseitiges Klebeband
 - Untergrund vorher mit Staubsauger reinigen
 - Genügend Klebeband verwenden
 - Nicht bei Metall verwenden, da nicht temperaturstabil
 - Fehleranfälligste Methode, Werkstück löst sich bei schlechter Verbindung

Einspannen des Werkstücks

- Methode 2: Festschrauben
 - Nicht zu lange Schrauben verwenden: Max. 18mm in die Opferplatte
 - Überlegen wo Schrauben Platz haben
 - Keine Schrauben anfräsen, der Fräser oder der Fräsjob werden kaputt gehen

Fräser Einspannen

- Passende Spannmutter suchen
 - Für ungerade Fräser die nächste Größe nehmen
 - zB 4mm für 3,175mm Fräser
 - Die Spannmutter muss mit einem „Klick“ einrasten
 - Fräser so kurz wie möglich einspannen
 - Werkzeug befindet sich bei der Isel CNC-Fräse
 - Danach den Absaug-Besen montieren

Bereitmachen der Fräse

- Auf der linken Seite unter Port „/dev/ttyACM0“ auswählen
- Auf „Open“ klicken
- Rechts oben mit „Unlock“ die Fräse Bereitmachen
- Mit „Homing“ sucht die Fräse nach ihrem Nullpunkt
 - Achtung, ab hier bewegt sich etwas!
- Die .nc Datei kann über „Upload G-Code“ hochgeladen werden
- Die Fräse lässt sich auch über andere Computer bedienen, Schnittstelle unter x.flka.space

Festlegen des Werkstücknullpunkts

- Fräse lässt sich über „Axes“ auf der rechten Seite bewegen
- **ACHTUNG:** Z-Achse bewegt sich mit derselben Schrittgröße
 - Wenn Schrittgröße zB 100mm ist, dann fährt ein Klick auf „Z-“ den Fräser direkt ins Material rein...
- Erst in groben Schritten ranfahren, dann Schrittgröße reduzieren
- Zur Feineinstellung der Z-Achse kann ein Blatt Papier zwischen Fräser und Werkstück verwendet werden
- Danach „Zero out work offset“ auf den Achsen wählen

Fräsvorgang starten

- Absaugung rechts von der Fräse einschalten
 - Achtung: Bei Metall keine Absaugung verwenden
- Spindel einschalten: Schalter nach oben drücken
- Gehäuse schließen
- Mit einem Klick auf den Play-Button neben „Upload G-Code“ starten
- Bei Problemen entweder auf „Pause“ drücken oder Notaus betätigen
- Fräse während dem Vorgang beobachten, Brandgefahr

Fräsvorgang beenden

- Spindel ausschalten: Schalter nach unten drücken
- Absaugung ausschalten
- Fräse aus dem Weg fahren
- Werkstück entnehmen
- Fräser ausspannen
- Fräse gut absaugen
- Fräse ausschalten
 - PC geht nach wenigen Minuten automatisch aus

Bei Problemen

- Problem: Fräse hat sich selbst ausgeschaltet
 - Muss oben rechts mit „Reset“ neugestartet werden
 - „Unlock“ und „Homing“ danach wieder ausführen
- Notaus betätigt
 - Wieder Einschalten, „Unlock“, „Homing“ ausführen
 - Werkstücknullpunkt bleibt gespeichert

Mehrere Fräswerkzeuge benutzen

- z.B. erst Material abfräsen, dann mit einem Kegelsenker die Kanten abnehmen
- Einfachste Lösung: Zwei .nc Dateien mit jeweils einem Werkzeug vorbereiten
 - Datei 1 mit Werkzeug 1 Fräsen
 - danach Fräser tauschen, Nullpunkt neu suchen
 - Datei 2 mit Werkzeug 2 fräsen

Sonstiges

- Nur durch Benutzung der Fräse lernt man wie sie wirklich funktioniert :)
- Bei wertvollem Material vielleicht erst einen kleinen Probe-Fräsjob starten
- Bei Unsicherheiten einfach mit niedrigeren Geschwindigkeiten starten
- Der Slack-Kanal #cnc ist der richtige Ort für Fragen
 - Es gibt keine „triviale“ oder „falsche“ Fragen :)