

## 10. Vaktheorie: Autodesk Fusion – Manufacturing & CNC-Basics

### 10.1 Fusion Manufacturing & CNC-Basics

Binnen de moderne metaalindustrie is de koppeling tussen CAD (ontwerpen) en CAM (computergestuurd fabriceren) essentieel. In Autodesk Fusion gebruiken we de **Manufacturing**-omgeving om van een digitaal 3D-ontwerp een fysiek CNC-programma te maken.

#### A. Milling Basics (CNC-Frezen)

Bij het digitaal voorbereiden van een freesbewerking doorloop je vaste stappen:

- **Setup:** Hierin definieer je het assenstelsel (WCS - Work Coordinate System). Het nulpunt (X0, Y0, Z0) wordt bij frezen standaard gekozen op de *bovenzijde in het midden* of de *vaste hoek* van het ruwe materiaal. Je stelt hier ook de afmetingen van het uitgangsmateriaal (Stock) in.
- **Toolpaths (2D/3D):**
  - *Adaptive Clearing (Ruwen):* Een slimme 2D/3D-freesstrategie waarbij de machine met een constante belasting en maximale diepte grote hoeveelheden materiaal wegpelt. Dit spaart de frees en verkort de cyclustijd drastisch.
  - *Contour / Pocket (Na-frezen):* Wordt ingezet om wanden en kamers exact op maat en binnen de tolerantie gladsnijden.

#### B. Turning Basics (CNC-Draaien)

Bij CNC-draaien roteert het werkstuk en staat de beitel stil. Dit vraagt om een specifieke CAM-benadering:

- **Setup:** Het nulpunt (Z0) ligt *altijd op het voorste kopvlak* van het werkstuk, exact in het centrum van de rotatie-as (X0). De Z-as loopt in het verlengde van de rondstaf (negatieve Z-waarden bewegen de machine in).
- **Turning Toolpaths:**
  - *Facing:* Het vlakdraaien van het voorste kopvlak om een zuivere Z0-referentie te krijgen.
  - *Profile Roughing & Finishing:* Het stapsgewijs afpellen van de buitendiameter, gevolgd door een snelle na-draaibewerking voor de juiste oppervlakteruwheid (\$R\_a\$).

---

### 10.2 Uitwerking Praktijkopdracht: De Draaistop (CNC-Draaien)

## 1. Projectomschrijving & CAD-Model

De draaistop is een rotatiesymmetrisch onderdeel gemaakt van messing (CuZn39Pb3). Het product bevat een cilindrische passing, een borst (kraag) en een metrische buitendraad.

## 2. CAM-Stappenplan in Fusion (Manufacturing)

1. **Setup aanmaken:** Kies *Operation Type: Turning*. Plaats het nulpunt (X0, Z0) op het voorste kopvlak. Stel de *Stock* in op een rondstafdiameter die 4 mm groter is dan de eindmaat van de draaistop (i.v.m. opspanning en schilfout).
2. **Turn Facing:** Selecteer een rechtse buiten-draaibeitel met een hardmetalen wisselplaat (CNMG). Genereer een vlakdraaibewerking om het kopvlak zuiver glad te maken.
3. **Turn Profile Roughing:** Gebruik dezelfde beitel om de buitendiameters stapsgewijs voor te draaien. Laat een *Stock Allowance* (na-draaitoeslag) staan van 0,2 mm op zowel de X- als de Z-as.
4. **Turn Profile Finishing:** Selecteer een scherpere na-draaibeitel (DNMG) met een kleine neusradius ( $r=0,4$  mm) [3.1]. Laat deze beitel de contouren op de exacte eindmaat nalopen voor een spiegelglad oppervlak ( $R_a \ 1,6$ ) [3.1].
5. **Turn Threading:** Voor het snijden van de schroefdraad selecteer je een draadsnijbeitel (60° profiel). Fusion berekent automatisch het aantal snijgangen (meestal 5 tot 8 gangen) om de schroefdraad diepte stapsgewijs te bereiken zonder de beitelpunt te overbelasten.

---

## 10.3 Uitwerking Praktijkopdracht: Het Kruisblok (CNC-Frezen)

### 1. Projectomschrijving & CAD-Model

Het kruisblok is een kubusvormig onderdeel gemaakt van aluminium (AlMgSi0.5). Het blok moet rondom zuiver haaks worden gefreesd en is voorzien van een kruisingse open sleuf aan de bovenzijde.

### 2. CAM-Stappenplan in Fusion (Manufacturing)

1. **Setup aanmaken:** Kies *Operation Type: Milling*. Plaats het nulpunt (X0, Y0) in de linksonderhoek van de machineklem en Z0 op de bovenzijde van het ruwe blok.
2. **Facing (Vlakfrezen):** Selecteer een mantelfrees (vlakfrees) van  $\varnothing 40$  mm. Stel een meelopende freesstrategie in om de bovenzijde van het aluminium blok in één gang zuiver vlak en op de juiste hoogte te frezen.

3. **2D Pocket (Sleuffrezen - Het Kruis):** Selecteer een HSS of hardmetalen vingerfrees van  $\varnothing$  10 mm. Gebruik de *2D Pocket*-strategie om de eerste sleuf van het kruis uit te frezen. De frees beweegt in een spiraalvormige (helical) beweging naar de gewenste diepte om gereedschapsbreuk te voorkomen.
4. **Rondom contouren (2D Contour):** Om de buitenmaten van het kruisblok exact vierkant en binnen de maattolerantie te krijgen, laat je de  $\varnothing$  10 mm vingerfrees met een *2D Contour*-pad rondom het blok lopen. Activeer *Cutter Compensation* (radiuscompensatie), zodat de CNC-machine zelf berekent dat de frees 5 mm buiten het lijntje moet lopen.
5. **Simulatie & Post-Processing:** Voer de *Verify Simulation* uit in Fusion om te controleren of de frees nergens tegen de machineklem aanbotst (Crash-check). Klik op *Post Process* en kies de juiste sturing (bijvoorbeeld Fanuc of Heidenhain) om de tekening om te zetten in de officiële **G-code** (de machinetaal) voor de CNC-bank op school [3.1].

#### 10.4 Praktijkberekening: CNC G-Code Voedingen (Vakrekenen)

Bij het post-processen moet Fusion de juiste voedingssnelheid ( $v_f$  in mm/min) naar de CNC-machine wegschrijven om te voorkomen dat de frees in de machine breekt [3.1].

##### **Rekenopdracht: Voedingssnelheid voor de sleuf in het Kruisblok**

Je freest de sleuf in het aluminium kruisblok met een  $\varnothing$  10 mm vingerfrees. De frees heeft **3 snijtanden (z=3)**.

- **Stap 1: Bereken het CNC-Toerental (n):**
  - *Gegevens:* Diameter (d) = 10 mm. Snijsnelheid ( $v_c$ ) voor een vingerfrees in aluminium = **120 m/min** (zie tabel Blok 4) [3.1].  

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{120 \times 1000}{3,1416 \times 10} = \frac{120000}{31,416}$$

$$\approx \mathbf{3820 \text{ omw/min}}$$
- **Stap 2: Bereken de CNC-Voedingssnelheid ( $v_f$ ):**
  - *Gegevens:* Aanzet per tand ( $f_z$ ) voor aluminium = **0,06 mm**. Aantal tanden (z) = 3. Berekend toerental (n) = 3820 omw/min.
  - *Formule:*  

$$v_f = n \times z \times f_z$$

- *Berekening:*

$$v_f = 3820 \times 3 \times 0,06 = 3820 \times 0,18 = \mathbf{687,6 \text{ mm/min}}$$

- **Vaktheoretische conclusie voor de G-code:** In de uiteindelijke G-code die Fusion genereert voor het kruisblok, zal de computer automatisch de regel **S3820 F688** schrijven (S = Speed/Toerental, I/F = Feed/Voeding). Dit garandeert een vlijmscherpe en veilige automatische verspaning op de CNC-freesbank.

### 10.5 Kwaliteitsmatrix CAD/CAM Oplevering

Onderdeel	Machine-eis / Gilde-norm	Controlewijze	Status (OK / NOK)
<b>Draaistop</b>	Buitendraad soepel passend op een M-standaardmoer	Handmatige passingstest	[ ]
<b>Draaistop</b>	Diameter passing zuiver binnen de gevraagde tolerantie	Schroefmaatmeting	[ ]
<b>Kruisblok</b>	Sleufbreedte exact conform CAD-model (bijv. 10 mm ± 0,05)	Schuifmaat / Blokhaak	[ ]
<b>G-Code</b>	Post-process simulatie 100% foutloos (0 botsingen)	Fusion Crash-report	[ ]

#### **Eindresultaat Documentatie Blok 4 Compleet**

De volledige theoretische en praktische digitale onderbouwing voor **Autodesk Fusion Manufacturing (CNC-draaien voor de Draaistop en CNC-frezen voor het Kruisblok)** is hiermee succesvol afgerond conform de portfolio-eisen voor **MBO Niveau 2 Metaal (BBL)** [1, 3.1].

Gefeliciteerd! Met dit Fusion-hoofdstuk hebben we nu de **volledige theorie, materiaallijsten, ARBO-eisen, kwaliteitsmatrices en alle vakberekeningen voor Blok 1 t/m Blok 4** van jouw opleiding bij Gilde Opleidingen op papier staan. Je totale portfolio is nu compleet en sluitend.

