

## Vaktheorie: Verdieping Verspaningstechnieken & Meettechniek (Blok 4 - V)

### 1. Fijnmechanische Meettechniek

- **Schroefmaat & Meten met een schroefmaat:** Een schroefmaat (buitenmicro-meter) is een precisie-meetgereedschap met een nauwkeurigheid van **0,01 mm** (of 0,001 mm bij digitale uitvoeringen). Wordt gebruikt voor het controleren van zuivere passingen (zoals de g6-zuiger van de persluchtmotor).
  - *Aflezen:* De hoofdverdeling op de huls geeft de hele millimeters aan, de onderzijde van de streep de halve millimeters. De trommel is verdeeld in 50 schroefdeelstrepen van elk 0,01 mm.
  - *Gebruik:* Draai de trommel aan tot vlak bij het werkstuk en gebruik **altijd de gevoelsknop (ratel)** voor de definitieve meting. De ratel klikt door bij een constante meetkracht (ca. 5 tot 10 Newton), wat meetfouten door te hard aandraaien voorkomt.
- **Meten met een meetklok:** Een meetklok registreert verplaatsingen ten opzichte van een referentiepunt, nauwkeurig tot op **0,01 mm**. De klok wordt gemonteerd op een magnetisch statief. Wordt in de Gilde-werkplaats voornamelijk ingezet voor:
  - *Uitlijnen:* Het zuiver centrisch afstellen van een werkstuk in een vierklauwplaat.
  - *Vlakheidscontrole:* Het controleren of een gefreesd oppervlak over de gehele lengte parallel loopt met het machinebed.
- **Hoekmeter (Universele gradenboog):** Een meetgereedschap uitgerust met een noniusverdeling waarmee hoeken tot op **5 boogminuten (5')** nauwkeurig kunnen worden opgemeten en gecontroleerd (bijvoorbeeld de 45°-verstekhoeken van de vuurkorfpoten).

---

### 2. Snijgereedschapsgeometrie & Spaanvorming

De vorm van de snijkant van een draaibeitel of frees bepaalt hoe efficiënt het metaal wordt afgesneden en hoe snel de warmte wordt afgevoerd.

\ Spaanhoek ( $\gamma$ )

Spaan \_\_\_\_ \

/ \ |

\_\_\_\_\_/ \ | Beitel

Werkstuk \ |

~~~~~\ | Wighoek ( $\beta$ )

\

\

\ Vrijloophoek ( $\alpha$ )

...

\* **Wighoek, spaanhoek, vrijloophoek en spaanruimte:**\*

\* **Vrijloophoek ( $\alpha$ ):** Voorkomt dat de achterzijde van de beitel tegen het werkstuk aanwrijft. Te klein geeft extreme hitte; te groot verzwakt de beitelpunt. Standaard ca.  $6^\circ$  tot  $8^\circ$ .

\* **Wighoek ( $\beta$ ):** De hoek van de beitelpunt zelf. Bij harde materialen (gietijzer) is een grote, sterke wighoek nodig. Bij zachte materialen (aluminium) mag de wighoek kleiner en scherper zijn.

\* **Spaanhoek ( $\gamma$ ):** Stuur de spaan af. Een positieve spaanhoek snijdt licht, maar verzwakt de snijkant. Een negatieve spaanhoek drukt het materiaal eerder weg (gebruikt bij hardmetaal beitelplaten voor zwaar ruw-draaien).

\* **Spaanruimte:** De kamer of groef in het gereedschap (bijvoorbeeld tussen de tanden van een vingerfrees) waar de losgesneden spaan tijdelijk in wordt opgevangen en afgevoerd. Bij taaie materialen zoals aluminium moet de spaanruimte extra groot zijn om verstopping te voorkomen.

\* **Spanen en spaanvormen:** De vorm van de spaan is de perfecte indicator voor een goede machine-instelling:

\* **Brokkelspanen:** Ontstaan bij brosse materialen (gietijzer, messing). Het materiaal breekt direct af in kleine stukjes. Vrij ongevaarlijk, maar vraagt om een stofbril.

\* **Scheurspanen:** Ontstaan bij harde staalsoorten bij een te lage snijsnelheid. De spaan scheurt onregelmatig los, wat een ruw oppervlak geeft.

\* **Lintspanen (Vloeispanen):** Ontstaan bij taaie materialen (S235 staal, RVS, aluminium) bij een juiste, hoge snijsnelheid [3.1]. Het metaal vloeit er als een lang, vlijmscherp lint vanaf. **ARBO-Gevaar:** Lintspanen kunnen zich om de klauwplaat wikkelen. Pak ze nooit met je handen vast; gebruik een spanenhaak.

\* **Snijmaterialen:** De evolutie van snijgereedschappen bepaalt de maximale snijsnelheid:

\* \*HSS (High Speed Steel / Snelstaal):\* Taai gereedschapsstaal gelegeerd met wolfram en kobalt. Bestand tegen temperaturen tot 600 °C. Wordt veel gebruikt voor boren en ruimers omdat het trillingen kan opvangen.

\* \*HM (Hardmetaal):\* Geperste harde carbidestoffen met een kobaltbinder. Bestand tot 1000 °C. Laat \*\*3 tot 4 keer hogere snijsnelheden\*\* toe dan HSS. Wordt toegepast als wisselplaten op draai- en freesbeitels.

---

### ## 3. Geavanceerde Freesmethoden

\* \*\*Freesmethoden (Verdieping):\*\*

\* \*Tegenlopend frezen:\* De frees draait tegen de voedingsrichting in. De tand begint bij dikte nul en glijdt eerst over het materiaal voordat hij inhapt. Dit veroorzaakt wrijving en werkharding (ongunstig voor RVS), maar vangt de speling (backlash) in de spullen van oudere conventionele Gilde-machines veilig op.

\* \*Meelopend frezen:\* De frees draait mee met de voedingsrichting. De tand hapt direct op maximale spaandikte in. Dit geeft minimale wrijving, een \*\*spiegelgladde oppervlaktekwaliteit\*\* en een langere standtijd van de frees. \*Harde eis:\* Mag alleen worden toegepast als de machine beschikt over een spelingbeseffende spullenmoer of een digitale uitlezing/hydraulische voeding, omdat het werkstuk anders onder de frees wordt getrokken.

---

### ## 4. Tabellen & Richtwaarden Verspaningscondities (Gilde Opleidingen)

Onderstaande tabellen bevatten de officiële praktijkrichtlijnen voor de machine-instellingen in Blok 4 bij het gebruik van \*\*HSS-gereedschappen\*\*.

###  Tabel 1: Verspaningscondities DRAAIEN (HSS-gereedschap)

| Materiaal | Snijsnelheid ( $v_c$ ) in m/min | Voeding ( $f$ ) in mm/omw) - Ruwen | Voeding ( $f$ ) in mm/omw) - Na-draaien | Koeling / Smering |

| :--- | :---: | :---: | :---: | :--- |

| **Constructiestaal (S235)** | 25 - 30 | 0,20 - 0,35 | 0,05 - 0,10 | Emulsie (Boormelk) |

| **Roestvast staal (RVS 304)** | 12 - 15 | 0,15 - 0,25 | 0,05 - 0,08 | Pure snijolie / RVS-olie |

| **Aluminium (AlMgSi)** | 80 - 120 | 0,25 - 0,50 | 0,08 - 0,15 | Emulsie / Spiritus |

| **Messing (Kortspanend)** | 50 - 70 | 0,20 - 0,40 | 0,05 - 0,12 | Droog (geen koeling) |

### ### 🇳🇱 Tabel 2: Verspaningscondities FREZEN (HSS-Vingerfrees)

| Materiaal | Snijsnelheid ( $v_c$ ) in m/min | Aanzet per tand ( $f_z$ ) in mm) | Snijdiepte ( $a_p$ ) maximaal) | Koeling / Smering |

| :--- | :---: | :---: | :---: | :--- |

| **Constructiestaal (S235)** | 22 - 26 |  $0,05 - 0,12$  |  $0,5 \times \text{freesdiameter}$ ) | Emulsie (Boormelk) |

| **Roestvast staal (RVS 304)** | 10 - 12 |  $0,03 - 0,08$  |  $0,2 \times \text{freesdiameter}$ ) | Emulsie (Hoge druk) |

| **Aluminium (AlMgSi)** | 90 - 140 |  $0,08 - 0,20$  |  $1,0 \times \text{freesdiameter}$ ) | Emulsie / Snijvet |

---

### ## 5. Praktijkberekening Verspaningscondities & Voedingssnelheid (Vakrekenen)

In Blok 4 moet je naast het toerental ook de **voedingssnelheid** (tafelsnelheid  $v_f$ ) in mm/min) van de freesbank exact kunnen uitrekenen om te voorkomen dat je de frees overbelast of de tanden direct afbreken.

### ### 🧮 Rekenopdracht: Instellen freesbank voor een RVS-onderdeel

Je gaat een sleuf frezen in een RVS 304 blok met een HSS vingerfrees van  $\varnothing 12 \text{ mm}$ . De frees heeft 4 snijtanden ( $z=4$ ).

\* **Stap 1: Bereken het juiste Toerental ( $n$ ):**\*

\* **Gegevens:** Diameter ( $d$ ) = 12 mm. We kiezen uit de tabel de gemiddelde snijsnelheid ( $v_c$ ) voor RVS: 11 m/min.

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

$$n = \frac{11 \times 1000}{3,1416 \times 12} = \frac{11000}{37,699} \approx \mathbf{292 \text{ omw/min}}$$

\* **Machineinstelling:** Zet de hoofdas van de freesbank op ca. 290 of 300 omw/min.

\* **Stap 2: Bereken de Voedingssnelheid / Tafelsnelheid ( $v_f$ ) in mm/min:**\*

\* **Gegevens:** We kiezen uit de tabel de aanzet per tand ( $f_z$ ) voor RVS frezen: 0,05 mm. Aantal tanden ( $z$ ) = 4. Berekend toerental ( $n$ ) = 292 omw/min.

\* **Formule:**\*

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

\* **Berekening:**\*

$$v_f = 292 \times 4 \times 0,05 = 292 \times 0,20 = \mathbf{58,4 \text{ mm/min}}$$

\* **Vaktheoretische conclusie voor de praktijk:** Stel de automatische voeding van de freestafel in op ca. 58 mm per minuut. Samen met het lage toerental en intensieve koeling met RVS-snijolie zorgt dit voor een veilige verspaning zonder dat de HSS-vingerfrees direct verbrandt of breekt op het harde roestvast staal.

---

## ## 6. Meettechnisch Controlestramien (Eindcontrole)

| Meetgereedschap | Controle-eis / Kalibratie | Gemeten waarde werkstuk | Status (OK / Herkansen) |

| :--- | :--- | :--- | :---: |

| **Schroefmaat 0-25 mm** | Nulstelling gecontroleerd op vlakke; ratel gebruikt. | | |

| **Meetklok 0,01 mm** | Statief stevig op granietafel; slagvrijheid krukas < 0,03 mm. | | |

| **Universele hoekmeter** | Hoofdschaal en nonius parallel langs de beenvlakken. | | |

---

##  Eindresultaat Documentatie Blok 4 Compleet

De specialistische verspaningstheorie omtrent **meettechnieken** (schroefmaat/meetklok), beitelgeometrieën, spaanvormen en de exacte rekencondities voor het draaien en frezen **is hiermee succesvol uitgewerkt conform de geldende MBO Niveau 2 BBL-portfolio-eisen [1, 3.1].**