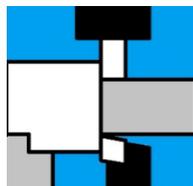


HAAS Instructieboek CNC Frezen

ing. P.J.F. Schuurbiers



HAAS ISO
Programmeren
3D Simuleren
Voorinstellen
Opspannen
Verspanen
Produceren
Automatiseren

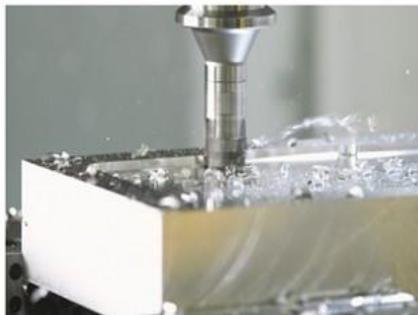


Productie methode

Een CNC-Freesmachine die we in bedrijven vaak tegenkomen zien we hier. De machine heeft verticale hoofdspil, een automatische gereedschapswisselaar (het magazijn of carrousel genoemd) en een CNC-besturing. Met verspaningstechniek worden hierop precisie onderdelen vervaardigd. Dit proces noemen we frezen of freeswerk.



Door CNC-freesmachines uit te bouwen met meer bestuurd assen kunnen producten nog slimmer worden geproduceerd. Een CNC-opleiding en training op maat van vakpersoneel, is daarbij een belangrijke factor, om de mogelijkheden efficiënt en creatief te kunnen toepassen.



HAAS Instructieboek CNC Frezen



Eerste uitgave, 2024

Titel

HAAS Instructieboek CNC FREZEN

ISBN

ISBN 978-94-90020-01-9 / NUR 171

Uitgever

CNC Instructie Buro

Website

www.cncinstructieburo.nl

(beëindigt per 1-1-2026)

Auteur

ing. P.J.F. Schuurbijs

Copyright tekst en afbeeldingen

De Auteur

Nabestellen

Op de site van de uitgever

Contact

info@cncinstructieburo.nl

Andere boeken van de auteur

Fanuc Instructieboek CNC DRAAIEN

Fanuc Instructieboek CNC FREZEN

Fanuc CNC Guide FREZEN

Fanuc CNC Guide DRAAIEN

Heidenhain Instructieboek CNC FREZEN

Auteursrecht

Auteursrecht voorbehouden. Behoudens uitzondering door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de auteur niets van dit boek worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden, of op enige wijze in enige vorm, wat ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

De uitgever is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor verveelvoudiging te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen c.q. rechtens toekomt aan de Stichting Reprorecht.

Verspaningscursus

Wij adviseren u om elk jaar een verspaningscursus te volgen, omdat snijgereedschappen en machines constant in ontwikkeling zijn en nieuwe, concurrerende oplossingen mogelijk maken.

Bij een aantal marktpartijen kunt u zich inschrijven op training thema's zoals: frezen, boren, ruimen, kotteren, schroefdraadfrezen en multitasking bewerkingen.

Document versie v10.2

Bij deze uitgave.

Dit instructieboek vormt een handleiding bij CNC-freesmachines met HAAS-besturing. Hieruit leert u de functies en mogelijkheden kennen, om de meeste verspaningen te kunnen programmeren en in te stellen.

De basis wordt uitgelegd aan de hand van een standaard 3-assig Verticale of Horizontale CNC-freesmachine. Dit noemen we ook wel een bewerkingscentrum. Deze modellen komen we veel tegen bij toeleveringsbedrijven.

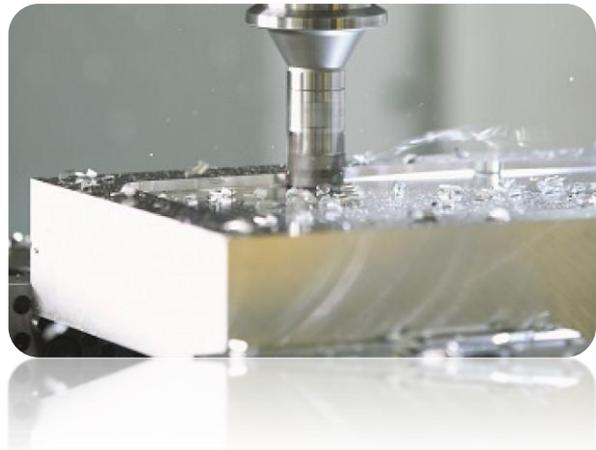
Voor de CNC-machines, met 4^e en 5e as (NC-draaitafels), worden de instructievoorbeelden uitgebreid. Deze kennis is dan ook weer toe te passen bij het werken op varianten van dergelijke machineconcepten.

Verder wordt het werken met diverse machine uitbreidingen en opties in dit boek behandeld.

De CNC-scholingen met mijn oorspronkelijke dictaten, vormde al jarenlang de basis bij ingebruikname van nieuwe en bestaande CNC-machines in de industrie. Hiermee heb ik als praktijkopleider allerlei producten en toepassingen mogen realiseren.

Het bedienen, afstellen en instellen van de machine en het gereedschap, leer je in de praktijk en met de hulp van de YouTube "**TIP of the DAY**" video's van de HAAS instructeurs. Wij hebben ook enige hyperlinks hier naar toe gekoppeld, bij verschillende onderwerpen. Deze zijn met een gele **tekstmarkering** aangegeven.

De instructie onderwerpen zijn zodanig beschreven, dat u hierop kunt selecteren als je daarover meer wilt weten, zonder dat alle voorgaande stof eerst moet zijn doorgewerkt. Met de gegeven uitleg krijgt u snel een overzicht van de opzet, werkwijze en mogelijkheden van CNC-freesmachines en de programmering.



De praktische opzet, doormiddel van verklarende teksten met figuren en voorbeelden, biedt de basis aan om ook zelf te oefenen en zo met uw CNC machine te leren werken.

In de pdf-uitgave kun je op hyperlinks en dit logo  klikken, om de links te volgen of video's te zien van CNC machine bewerkingen. Dit is mogelijk tot 1-1-2026 en wordt daarna voortgezet in de oZone leeromgeving. Ga naar [oZone leeromgeving](#) en volg deze module **CNC Programmeren op FREESBANKEN - HAAS** op interactieve wijze.

Voor de geprogrammeerde freesbewerkingen aan alle praktijkwerkstukken, klikt u op de betreffende opspantekening, om hiervan de **3D virtuele simulatie** te bekijken.

Ik wens u als CNC-frezer hiermee veel plezier.

Peter Schuurbijs

FANUC

Dit **HAAS Instructieboek CNC FREZEN** omvat veel overeenkomsten met de mogelijkheden van de FANUC programmering in de praktijk..

Handige computersoftware

Om te leren programmeren of om uw programmeerwerk aan de machine te ondersteunen, bieden wij een aantal softwarepakketjes aan. Het gebruik is in de praktijk bewezen. Het zijn ook betaalbare oplossingen, die uw mogelijkheden sterk uitbreiden.

CNC Simulator Pro

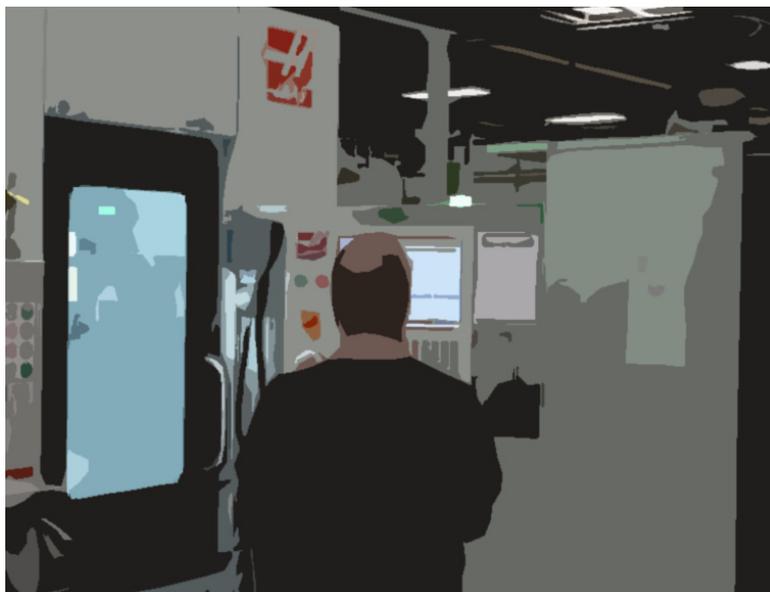
Met dit softwareprogramma werkt u op een 3D Virtuele CNC freesbank. Hierop wordt de bewerkingsafloop, met het zelfgemaakte CNC-programma getoond. Eventuele fouten worden opgespoord in de machine simulatie. Een machinecrash kan zo worden voorkomen. Hiermee kan reële ervaring worden opgedaan met het programmeren en werken op CNC-freesmachines. Ook uw **macroprogramma's** kunt u testen, wijzigen en grafisch controleren.

Een compleet programmeerpakket voor freesmachines als aanvulling op dit instructieboek met veel voorbeelden en simulaties van de praktijkwerkstukken uit dit boek.

SimpleCAM Compleet

Voor heel veel dagelijks programmeerwerk, is Simple-CAM een uitstekende keuze. Lastige contouren supersnel programmeren en werken met tekeningen in o.a. DXF en STEP formaat. Versnelt de aanmaak van een te vervaardigen product en is heel bedieningsvriendelijk. Snelle en mooie grafische simulatie voor controle. Het is een eigentijds pakket voor het maken van uw freesprogramma's met een combinatie van een CAM en Dialoog programmeersysteem.

Meer instructiemateriaal op: www.cncinstructieburo.nl



<i>Verantwoording</i>	6
<i>Inleiding</i>	7
<i>Software Tools</i>	8
<i>Scholingsprogramma</i>	12
<i>Machine Concept</i>	13
<i>Machine Voorstelling</i>	14
<i>HAAS</i>	15
<i>Werkvoorbereiding</i>	16
<i>Gereedschappenlijst</i>	17
<i>Gereedschap afbeeldingen</i>	18
<i>X-Y-Z Coördinaten</i>	19
<i>X-Y-Z Assenstelsel</i>	20
<i>Machinenulpunt</i>	21
<i>Nulpunten G54 - G59</i>	22
<i>Gereedschap Instelgegevens</i>	23
<i>Gereedschap Afstellen</i>	24
<i>Elektronische Toolsetter</i>	26
<i>A as</i>	29
<i>B as</i>	30
<i>Oefening 1</i>	31
<i>A+C as Zwenktafel</i>	32
<i>5 Assige Machine</i>	33
<i>Absolute Programmering G90</i>	34
<i>Oefening 2</i>	35
<i>Incrementele Programmering G91</i>	36
<i>Oefening 3</i>	37
<i>Inch of MM</i>	38
<i>Programma Nummer</i>	39
<i>Programma Teksten</i>	40
<i>Programma Indeling</i>	41
<i>Oefening 4</i>	42
<i>Programma Opbouw</i>	43
<i>Gereedschap wisselen M6</i>	44
<i>Programma Formaat</i>	45
<i>Functie Modaal</i>	46
<i>G-Code Functies</i>	47
<i>M-Code Functies</i>	49
<i>Pallet Wisselen</i>	50
<i>Oefening 5</i>	51
<i>Bediening HAAS</i>	52
<i>Bediening HAAS</i>	53
<i>Bediening Machine</i>	54
<i>Scherf Weergave</i>	55
<i>Edit Functies</i>	56
<i>Programma Ingeven</i>	57
<i>Oefening 6</i>	58
<i>Grafische Weergave</i>	59
<i>Elektronische meettaster (optie)</i>	60
<i>Nulpunten Afstellen</i>	62

<i>Standtijdbewaking</i>	67
<i>Interpolatie functies</i>	69
<i>Contourbeschrijving</i>	70
<i>Lijnbeweging G0, G1</i>	71
<i>Oefening 7</i>	72
<i>Radiuscorrectie G41, G42</i>	73
<i>Oefening 8</i>	84
<i>Boog Frezen G2, G3</i>	85
<i>Rond Frezen G2, G3</i>	86
<i>Oefening 9</i>	87
<i>Afschuinen en afronden ,R en ,C</i>	88
<i>Oefening 10</i>	89
<i>CAD/DXF/STEP/CAM formaat</i>	90
<i>Helix Frezen</i>	91
<i>Draadfrezen</i>	92
<i>Cilindrisch Frezen G107</i>	97
<i>Freeswerk Kwaliteit</i>	99
<i>Graveer Freeswerk G47</i>	100
<i>24/7 Productie</i>	101
<i>Multi-Tasking Machines</i>	102
<i>Bewerkingscycli</i>	104
<i>G73 Boorcyclus</i>	109
<i>G81 Boor/Voorkottercyclus</i>	110
<i>G82 Boorcyclus</i>	111
<i>G83 Boorcyclus</i>	112
<i>Oefening 11</i>	113
<i>G74 Tapcyclus</i>	114
<i>G84 Tapcyclus</i>	115
<i>G74/G84 Rigid Tapcyclus</i>	116
<i>G85 Springkop Tapcyclus</i>	117
<i>Oefening 12</i>	118
<i>G76 Finish kottercyclus</i>	119
<i>G77 Achterverzinken</i>	120
<i>G85 Ruim/Finish kottercyclus</i>	121
<i>G86 Finish Kottercyclus</i>	122
<i>G87 Hand Kottercyclus</i>	123
<i>G88 Hand Kottercyclus</i>	124
<i>G89 Finish Kottercyclus</i>	125
<i>Macro Programmering</i>	126
<i>Oefening 13</i>	138
<i>Positie Omrekening</i>	139
<i>Lokale Nulpuntverschuiving G52</i>	140
<i>Oefening 14</i>	142
<i>Spiegelen G101</i>	143
<i>Schaalfactor G50, G51</i>	144
<i>Rotatie G68, G69</i>	145
<i>Oefening 15</i>	146

<i>Werken met 4^e en 5^e as.....</i>	<i>147</i>
<i>5-Vlaks bewerking.....</i>	<i>153</i>
<i>Oefening 16.....</i>	<i>156</i>
<i>4-Assig Simultaanfrezen</i>	<i>157</i>
<i>5-Assig Simultaanfrezen</i>	<i>158</i>
<i>5-Vlaks Controle Freesproef.....</i>	<i>159</i>
<i>Offsetdata Inlezen G10.....</i>	<i>163</i>
<i>Settings Instellen</i>	<i>164</i>
<i>Communicatie.....</i>	<i>166</i>
<i>Vlakfrezen</i>	<i>169</i>
<i>Aanwijzingen voor het Vlakfrezen (1-3).....</i>	<i>172</i>
<i>Instructie werkstukken</i>	<i>175</i>
<i>Virtuele CNC Machine simulaties</i>	<i>176</i>
<i>Praktijkoefening NC1.....</i>	<i>177</i>
<i>Praktijkoefening NC2.....</i>	<i>178</i>
<i>Praktijkoefening NC3.....</i>	<i>179</i>
<i>Praktijkoefening NC4.....</i>	<i>180</i>
<i>Praktijkoefening NC5.....</i>	<i>181</i>
<i>Praktijkoefening NC6.....</i>	<i>182</i>
<i>Praktijkoefening NC7.....</i>	<i>183</i>
<i>Praktijkoefening NC8.....</i>	<i>184</i>
<i>Praktijkoefening NC9.....</i>	<i>185</i>
<i>Praktijkoefening NC10.....</i>	<i>186</i>
<i>Praktijkoefening NC11</i>	<i>187</i>
<i>Praktijkoefening NC12.....</i>	<i>188</i>
<i>Bijlage A.....</i>	<i>189</i>
<i>Bijlage B.....</i>	<i>192</i>
<i>Lijst met figuren.....</i>	<i>195</i>
<i>CNC-Programma's.....</i>	<i>197</i>
<i>Oplossingen oefeningen</i>	<i>198</i>
<i>Oplossing NC1</i>	<i>214</i>
<i>Oplossing NC2</i>	<i>215</i>
<i>Oplossing NC3</i>	<i>216</i>
<i>Oplossing NC4</i>	<i>217</i>
<i>Oplossing NC5</i>	<i>218</i>
<i>Oplossing NC6</i>	<i>219</i>
<i>Oplossing NC7</i>	<i>220</i>
<i>Oplossing NC8</i>	<i>221</i>
<i>Oplossing NC9</i>	<i>222</i>
<i>Oplossing NC10</i>	<i>223</i>
<i>Oplossing NC11</i>	<i>224</i>
<i>Oplossing NC12</i>	<i>225</i>
<i>Voorbehoud.....</i>	<i>226</i>
<i>Aantekeningen.....</i>	<i>227</i>
<i>Online leren.....</i>	<i>228</i>

Advies

Stel een training samen met onderwerpen uit de volgende vijf (5) instructiemodules. Dit boek vormt daarbij de basis om deze scholing te realiseren met hulp van een praktijkcoach binnen uw bedrijf of van uw machineleverancier. Het aantal vermelde dagen geldt als minimale richtlijn uit de praktijk voor frezers met werkplaats ervaring.

Instructie 1 Basis CNC programmeren **Duur: 3 dagen**
Programmeren van eenvoudige producten.

Hierbij wordt de basis behandeld, zoals het assenstelsel, werkstuknulpunt, absolute programmering, lineaire en circulaire interpolatie, gereedschapsgegevens, afronden, fasen, contourprogrammering, gereedschapscorrecties, contourfrezen, M- en S- functies, nulpuntverschuiving en programmeren met onderprogramma's.

Instructie 2 Basis CNC bedienen **Duur: 2 dagen**
Bedienen, inrichten en afstellen van uw machine.

Hierbij wordt de basis behandeld, zoals het inschakelen, referentiepunt lopen, handingave, handwiel, nulpunt uitrichten en vastleggen, bepalen van de gereedschapscorrecties, voorinstellen, programma invoer en editeren, uitvoeren van programma's, enkele verspaningen aan de hand van voorbeelden. In- en uitlezen van programma's met een laptop test aansluiting.

Instructie 3 Praktijk CNC programmeren **Duur: 2 dagen**
Werkplaats programmeren van eigen producten.

Deze cursus is bedoeld als bijscholing, om met het personeel de eigen inzichten, kennis en ervaring op de praktijk af te stemmen. Hierbij worden praktische toepassingen geoefend inclusief de bewerkingstechnieken die daarbij met de besturing op de CNC-machines aanwezig zijn. Er wordt extra geoefend met praktijkvoorbeelden die in deze cursus worden aangereikt.

Instructie 4 Praktijk CNC bedienen **Duur: 1-2 dag (of meer)**
Bedienen inrichten en afstellen van uw machine.

Deze cursus is bedoeld om in de eigen bedrijfssituatie het personeel nader vertrouwd te maken met de machine en hulpvaardig te zijn bij het door hen zelf voorbereiden van een opspanning van een eigen product en de automatische afloop hiervan op de machine.

Instructie 5 Werken op CNC-machines **Duur: 1-2 dag (of meer)**
Programmeren, instellen en produceren met uw machine.

Deze cursus is bedoeld voor deelnemers die hun CNC machine al kennen, of eerder een basis of praktijkcursus hebben doorlopen. Hierbij wordt de kennis verdiept, met aandacht voor de juiste gereedschapskeuzes, opspanmiddelen en verspaningstoepassingen op de machine. Er is daarbij gelegenheid voor de uitwerking van toepassingen, die voor het bedrijf van belang zijn.

Checklists

In [bijlage A](#) treft u een checklist aan, voor het afvinken van de meest behandelde instructie onderwerpen tijdens een training aan de machine. Overleg intern het aantal scholingsdagen.

Constructie en uitvoering

In de praktijk werken we met verschillende CNC-freesmachineconcepten die in constructie en uitvoering sterk kunnen verschillen. Zo onderscheiden we horizontale- en verticale- freesmachines, gecombineerde draai-freesmachines, kotterbanken, langbed bewerkingssentra, portaal freesmachines en MultiTasking machines met automatische gereedschapswisselaar.

Voorbeeld Multi-Tasking machine: [YouTube](#)

Een standaard CNC-freesmachine kan uitgevoerd worden met bijvoorbeeld een spilvermogen van 10-50kW, een spil met een gereedschapsoptname, volgens norm SK40 / SK50 / BT40 / BT50 / HSK63, spiltoerentallen van 10000-30000 omw/min., machinetafel belastbaarheid vanaf 500-6000kg en een 3, 4, tot 5-assige simultaan besturing, robot belading en geïntegreerde aan- en afvoersystemen.

De toepassing wordt bepaald door het fabricagepakket, eenvoudige- of complexe producten, de serie grootte en de gewenste automatisering van het productieproces.

Op basis van bewerkingstijden, gereedschaps-systeem en vereiste productkwaliteit, kiest u de machine-uitvoering en tooling waarmee de gunstigste productiekosten worden behaald. Daarbij is een rendabele uurprijs op jaarbasis bepalend om de machine economisch in stand te kunnen houden.

In het kader van deze handleiding wordt enkel uitleg gegeven over het programmeren van een verticale CNC machine met 3-assen (XYZ).

In dit boek wordt dit uitgebreid met onderwerpen

- Pallet wisselaar
- Elektronische toolsetters
- Elektronische meettaster
- Standtijdbewaking
- Macro programmering
- Draadfezen
- 24/7 Productie
- Bewerkingsvlak zwenken (4^e+5^e as)
- 5-Vlaks Controle freesproef
- Aanwijzingen voor het vlakfrezen



Doormiddel van verklarende teksten met figuren en programmeervoorbeelden, leer je de mogelijkheden kennen en de meeste verspaningen te kennen programmeren. Daarna kun je de hoofdstukken selecteren en samenvoegen, die specifiek op jouw eigen machine betrekking hebben.

Met de gegeven uitleg en je praktische ervaring hiermee, schep je een basis om ook met meer geavanceerdere machines te leren werken, of de bestaande mogelijkheden verder toe te passen.

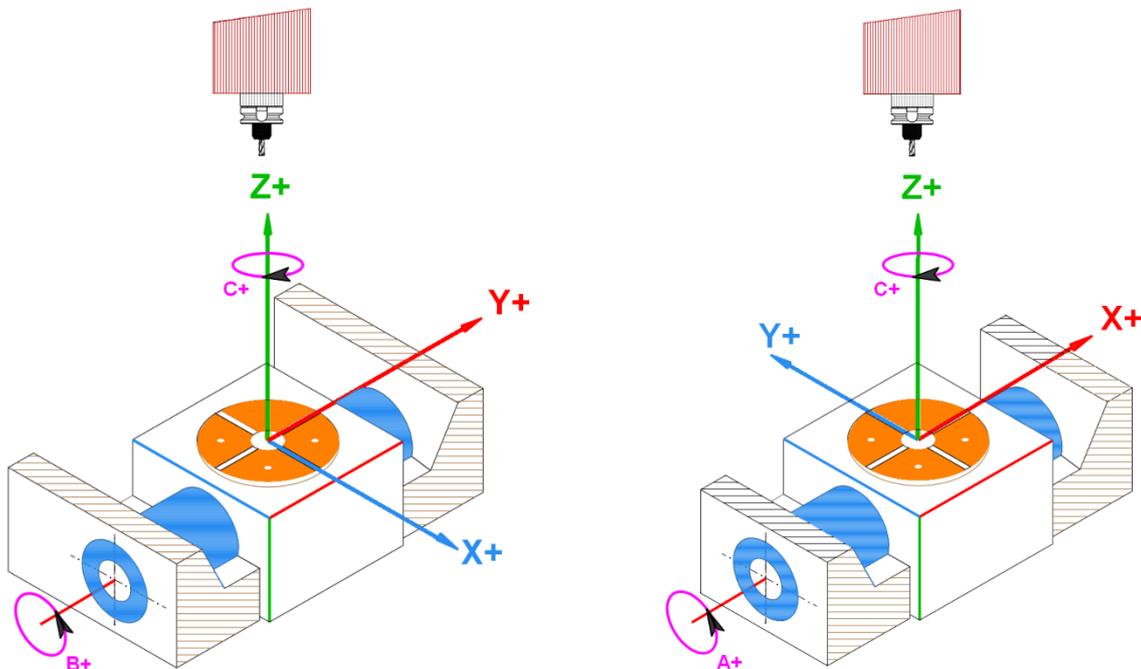
Schematisch

In de instructie voorbeelden werken we op een verticale machine met een X-Y-Z-assenstelsel. Daarbij gaan we uit van een vlakke machinetafel met T-gleuven voor opspanning van een machineklem en het product.

Het werken met opgebouwde of geïntegreerde draaitafels die als A, B of C-as worden bestuurd, komen daarbij ook voor.

In de figuur hieronder, is schematisch een verticaal bewerkingscentrum voorgesteld. Hier zien we het assenstelsel X-Y-Z en de geïntegreerde draaitafel als C-as en de A-as of B-as zwenktafel, welke kunnen worden geprogrammeerd. In dit principe kan de freesspil alle **XYZ** bewegingen uitvoeren of gelijktijdig met **BC**-as of **AB**-as. De 4^e en 5^e as kan als vaste constructie in het machineframe worden opgenomen of als een losse opbouwtafel op de machinetafel worden gemonteerd.
(Hoofdstuk: Werken met 4^e en 5^e as).

Voorbeeld  CNC Frezen met XYZAC.



Figuur 1 5-assig verticaal bewerkingscentrum (UMC-500: XYZBC; VF Opbouw tafel TR200: XYZAC)

Basis Toolset

Voor de oefeningen en praktijkopdrachten kunt u de gereedschappen uit deze lijst kiezen. Kies een rustige snijsnelheid en aanzet om te verspanen. Wij bewerken aluminium, om de moeilijkheden tijdens verspaningen te beperken. Doel is dat u met eenvoudig boor- en freeswerk snel de uitwerking van de instructies in de praktijksituatie ervaart. De vaardigheid om een machine, het gereedschap en het product in te stellen, zijn situaties om op te trainen.

Tool nr.	Omschrijving ³	Diameter	S	F	Afbeeldingen
1	Vlakfrees HM	63 mm	3000	750	
2	NC Centerboor	12 mm	3000	300	
3	Boor	1.5 mm	2500	100	
4	Boor	2.5 mm	2500	150	
5	Boor	5 mm	2500	200	
6	Boor	6.5/6.6 mm	2500	200	
7	Boor	9 mm	2500	250	
8	Tweesnijder HM ¹	8 mm	3750	500	
9	Tweesnijder HM ¹	10 mm	3750	500	
10	Schachtfrees	16 mm	3000	450	
11 ²	Graveerfrees	0.2 mm	7500		
11 ²	Vingerfrees	16 mm	3500	450	
12	Afbraamfrees	8 mm	4000	400	
13	Draadfrees HM	16 mm	2500	450	
14	Tap	M3x0.50	500	238	
15	Tap	M6x1.00	400	380	
16	Tap	M8x1.25	300	356	
17	Tweesnijder HM ¹	4 mm	3150	500	
18	Boor	6 mm	2500	200	
19	Wisselplaatboor	20/25 mm	4000	400	
20	3D Kogeltaster	10 mm			

Opmerking 1

In de praktijk worden speciale frezen voor aluminium bewerking met 3 of 4 snijkanten toegepast. Wij gaan uit van 2-tanden i.v.m. de kosten en een minimaal beschikbaar vermogen op uw machine.

Opmerking 2

Alle beschikbare plaatsen in de gereedschapswisselaar benutten en vaak de indeling aanpassen op het product.

Opmerking 3

In deze lijst worden de bijzonderheden over het fabricaat, artikelcodering en snijkantsoort (Hardmetaal HM/snelstaal HSS/Coating) niet vermeld. Vraag advies aan uw leverancier hierover, evenals over de aanschaf van houders, opnames, opspanmiddelen en de juiste koelsmeer methode. Gerenommeerde gereedschappen leveranciers helpen u graag en bieden diensten aan van hun verspaningsspecialisten uit de praktijk.

Opmerking 4

T09: D9 =5/5.2mm D39=5.2mm

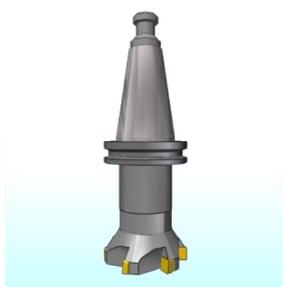
T10: D10=8/8.2mm D40=8.2mm

T11: D11=8mm

Gereedschappen set

Wij hebben al een basis set gereedschappen samengesteld om uit te kiezen. Om de gegevens over al uw gereedschappen vast te leggen, bestaan verschillende mogelijkheden w.o. software programma's. De gegevens omvatten o.a. afbeeldingen, de machineopname, de voorraad in de werkplaats, leveranciers etc.

Hier een voorbeeld van enige afbeeldingen die in gereedschapsbladen kunnen worden opgenomen.



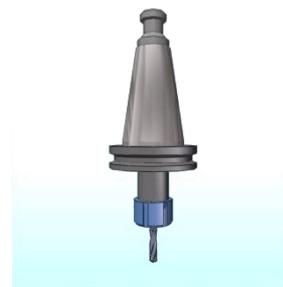
T1 Vlakfrees 63 mm
S 3000 omw/min
F750 mm/min



T2 Centerboor 12 mm
S 3000 omw/min
F 300 mm/min



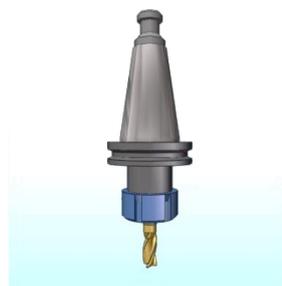
T10 Ruwfrees 16 mm
S 3000 omw/min
F 450 mm/min



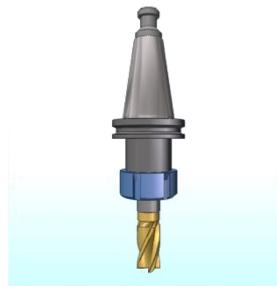
T5 Boor 5 mm
S 2500 omw/min
F 200 mm/min



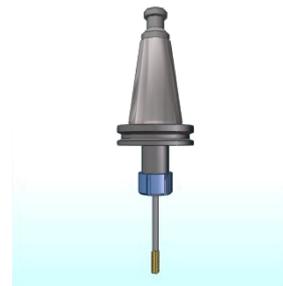
T6 Boor 6.6 mm
S 2500 omw/min
F 200 mm/min



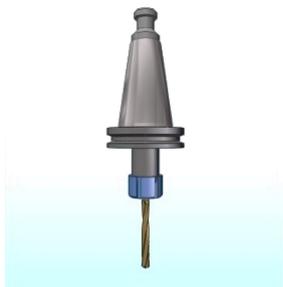
T9 Ruwfrees 10 mm
S 3750 omw/min
F 500 mm/min



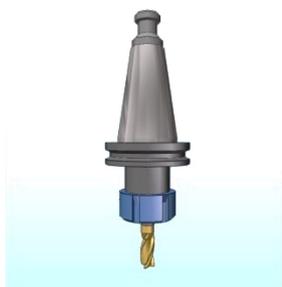
T11 Finishfrees 16 mm
S 3500 omw/min
F 450 mm/min



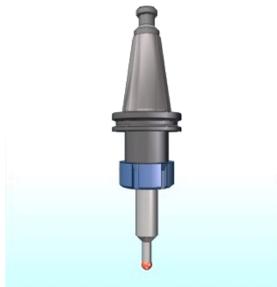
T15 Tap M6x1 mm
S 400 omw/min
F 400 mm/min



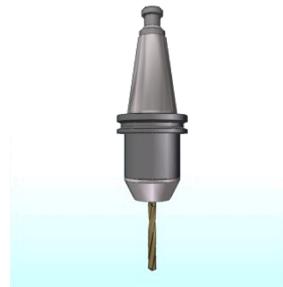
T18 Boor 6 mm
S 2500 omw/min
F 200 mm/min



T8 Finishfrees 8 mm
S 3750 omw/min
F 500 mm/min



T20 3D Taster 10 mm
S 0 omw/min
F Hand



T7 Boor 9 mm
S 2500 omw/min
F 200 mm/min

Natuurlijk kunt u beginnen om een gereedschapskast in te richten met een overzichtelijk assortiment en goed voorraadbeheer.

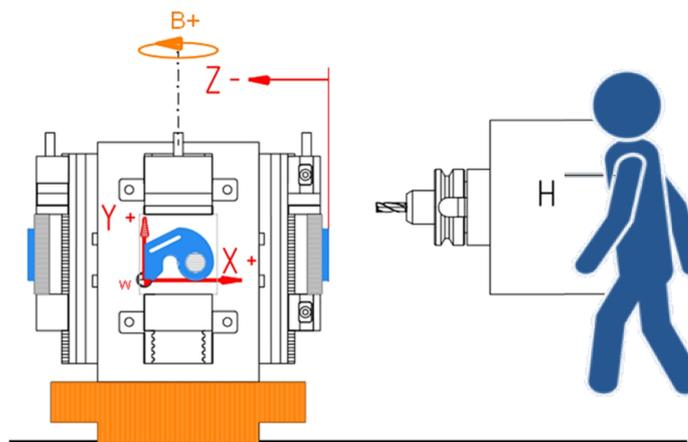
Hoofdspil: X, Y en Z as richting

Het **Werkstuknulpunt (W)** wordt in een afstelprocedure (uitklokken) op de machine exact afgesteld (*Hoofdstuk: Nulpunten G54 – G59*). De plaats van **W**, dus de positie **X0** en **Y0**, is door onze keuze bepaald, maar positie **Z0** ligt altijd op het (hoogste) werkstuk oppervlak. Dit is het vlak waar het gereedschap in de spil loodrecht op zal staan.

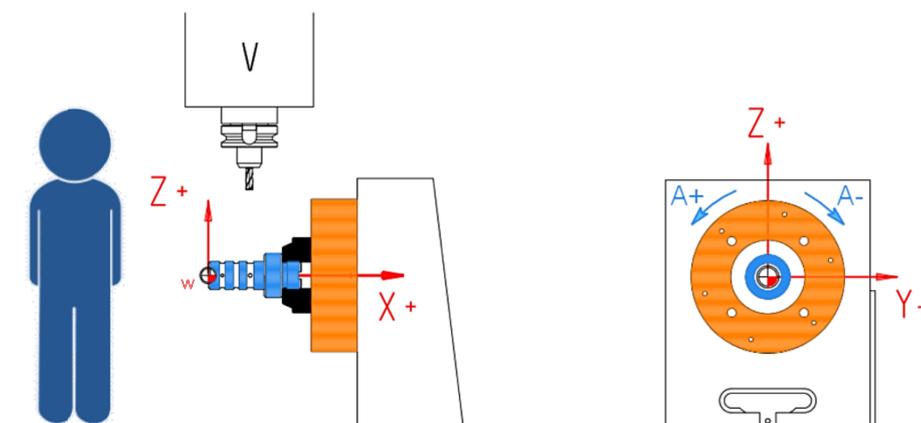
Nadat ook elke gereedschapslengte (onderling verschillend) op dit Z0 vlak is afgesteld (*Hoofdstuk: Gereedschap Afstellen*), programmeren we een frees over of langs de X-Y coördinaten. In **Z-** richting kiezen we de diepte om een verspaning in het X-Y vlak uit te voeren. Met de **X, Y** en **Z** as posities worden feitelijk de machinesleden in **+** of **-** richting t.o.v. het werkstuknulpunt W geprogrammeerd.

Als we een programma maken, dan gaan we uit van het werkstuknulpunt W op de tekening die voor ons ligt. We programmeren dan vanuit W de verplaatsingen van het gereedschap over de tekening naar een volgende positie +/- in XY. Op een machine kan de tafel de XY beweging uitvoeren en is dit in de tegenovergestelde richting van XY. Met alle verplaatsingen in de spilkop komt het weer overeen met de gereedschap bewegingen. Bij het programmeren in eerste instantie, dus niet redeneren vanuit de machine bewegingen.

Hier zien we de werkelijke ligging van het assenstelsel bij een horizontale machine met een opspantoren met 4-zijden op een horizontale draaitafel (B-as) en daaronder een verticale machine met een verticale draaitafel (A-as).



Figuur 3 Assenstelsels horizontale (H) en verticale (V) machinebediening



G54 - G59 en G154 P1 – G154 P99 (extra)

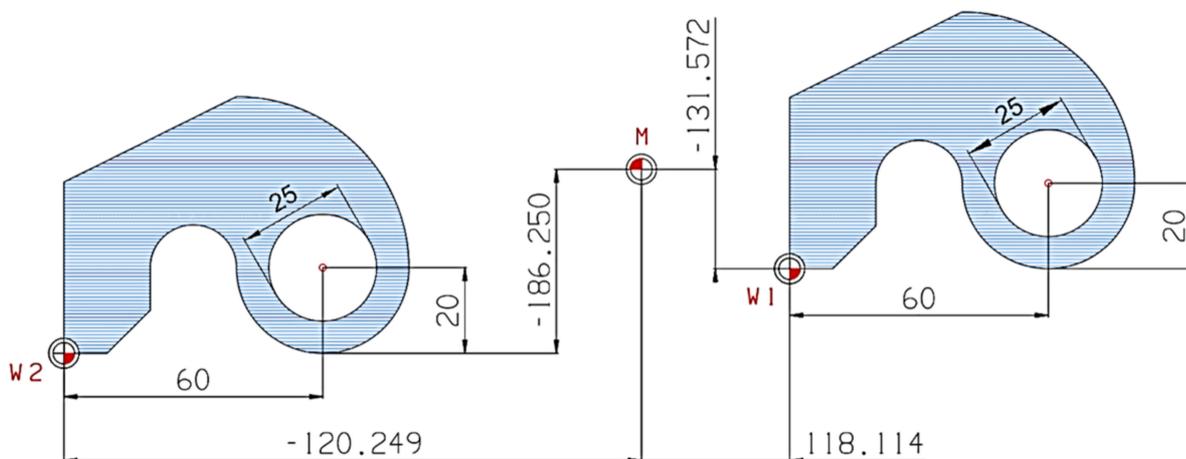
De afstelmaten van de werkstuknulpunten **W** kunnen worden bepaald t.o.v. het vaste machinenulpunt **M**. In de tabel met nulpuntverschuivingen komen de waarden te staan. Bijvoorbeeld voor twee machineklemmen. U kunt dan vanuit het ingestelde werkstuknulpunt per klem programmeren. Je kunt met een **kantentaster** of **elektronische taster** werken om het nulpunt af te stellen (zie: Hoofdstuk: Nulpunten Afstellen).

De tabel met nulpuntverschuivingen kunt u met de toets: **OFFSET – Work** benaderen.

Voorbeeld: Nulpuntentabel

In het scherm: Offsets, lezen we de nulpunten G54 en G59 af (totaal 6).

Tool	Work	OFFSETS			Work Material
		X Axis	Y Axis	Z Axis	
G Code					
G52		0	0	0	No
G54		+118.114	-131.572	0	No
G55		-120.249	-186.250	0	No
G56		0	0	0	No
G57		0	0	0	No
G58		0	0	0	No
G59		0	0	0	No
G154 P1		0	0	0	No



Figuur 4 Afstelmaten voor W 1 en W 2 op een machine (M positie is illustratief)

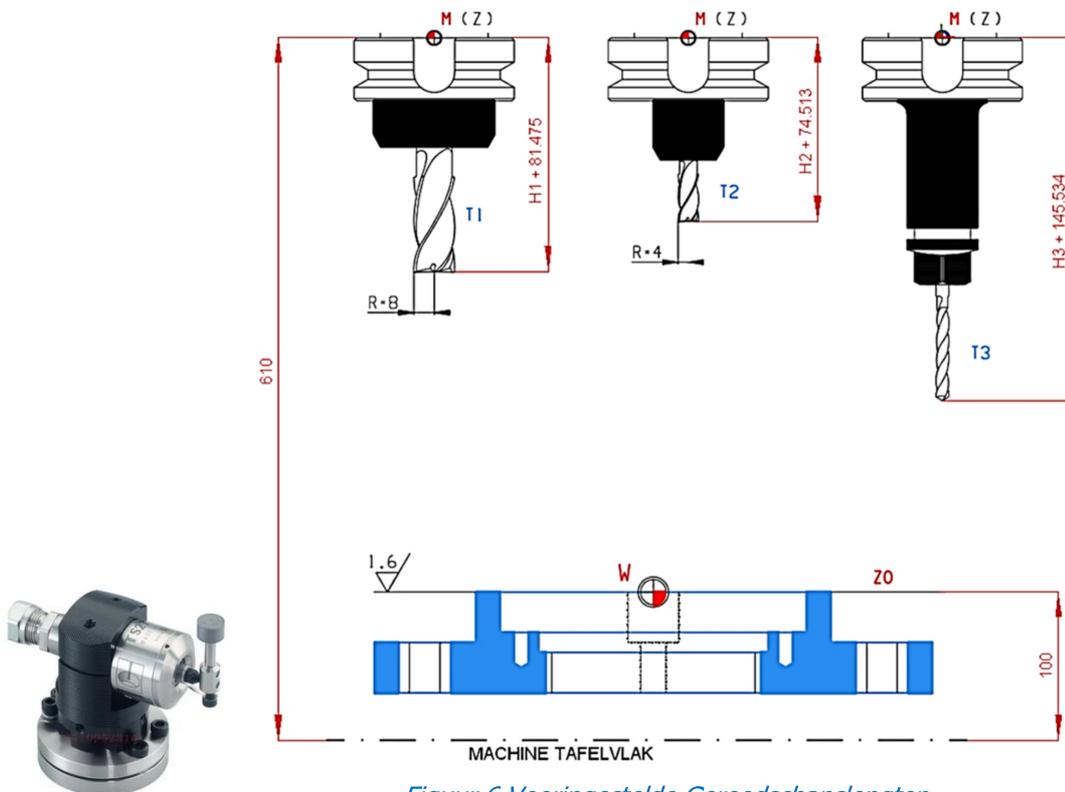
De eerste zes werkstuknulpunten kunnen worden geprogrammeerd met **G54 - G59**. Daarna volgen **G154 P1 – G154 P99**, voor nog eens extra 99 nulpunten. Het 1^e werkstuknulpunt activeren we met G54. Hierna worden alle XYZ-as verplaatsingen van hieruit ingesteld. Met de eerste code **G52** kunnen alle offsets, met een incrementele waarde worden gewijzigd. De instelling 0 treedt op nadat de machine is opgestart of na M30 in een programma.

Voorbeeld: N32 G0 **G54** X60 Y20

In deze programmaregel wordt naar de positie: X60 Y20, van het rechter werkstuk (t.o.v. W1) geprogrammeerd. Vervang je G54 door G55 dan wordt dit het linker werkstuk (t.o.v. W2). Voorbeeld [YouTube](#) Werken met meerdere nulpunten in een meervoudige opspanning.

Voorinstel methode

Met een **voorinstelapparaat**, meten we vóóraf en **buiten de machine**, eerst de werkelijke uitsteek-lengte uit de spilopname op. Ook de diameter van alle gereedschappen worden opgemeten. Deze waarden kunnen daarna in de gereedschapstabel: **TOOL OFFSET** worden ingegeven. Dit systeem verdient de voorkeur, omdat deze minder machinetijd kost, dan het afstellen van de gereedschappen op het product door aankrassen. Hetzelfde principe is mogelijk met een meting in de machinecabine, met behulp van een **toolsetter**. Dit apparaat meet ook van alle tools de lengten en diameters. Dit gaat ook snel maar kost wel aandacht en tijd. Het voordeel van dit systeem is het feit dat de gereedschapslengtecompensatie onafhankelijk is van de opspanning. De ingestelde lengtecompensaties blijven geldig, wanneer je begint met een nieuwe opspanning voor een ander product.



Figuur 6 Vooringestelde Gereedschapslengten

De voorinstellengte is nu de maat vanaf de voorzijde van de spilconus, het referentiepunt **M**, tot het snijpunt van het gereedschap. Elke spilconus heeft een eigen referentiepunt **M** waarop de geslepen gereedschapconus precies aanligt. Het afstelapparaat kent dit machinepunt na ijking en slaat dit op als het referentiepunt voor het voorinstellen. In dit systeem wordt met een **positieve** lengtecompensatie, de punt van het snijgereedschap denkbeeldig op **Z0** gepositioneerd. Daarbij verrekenet de besturing feitelijk de positie van het conuspunt **M** zodanig, dat dit met de geactiveerde gereedschapslengte, automatisch met de exacte lengte, boven dit werkstuknulpunt (vlak) wordt ingesteld.

Het werkstuknulpunt **W** wordt in **G54** met een Z-as nulpuntverschuiving vastgelegd. Feitelijk zal het originele en vaste machinenulpunt (**M**) naar het afstelvlak (**Z0**) worden verlegd of afgesteld. In dit voorbeeld met een afstand van **-510 mm**. Zonder gereedschap ($L=0$) komt de spilneus **M**, in theorie op **Z0** van het afstelvlak uit.

In de eerste Z-as beweging (bijv. G0 **G43 H01 Z0**), wordt de gereedschapslengte geactiveerd en toont de positie uitlezing direct de werkelijke positie van de gereedschapspunt t.o.v. het werkstukoppervlak **W**. (Voorbeeld startpositie **T1** is: $Z=610-100+81.476=Z+428.524$).

Toolsetter (optie)

De gereedschapslengte wordt bepaald met de toolsetter. Hiervoor starten we eenvoudig een automatische afstelcyclus vanuit de offsettabel. Dit gaat in dialoog en ook snel voor elke meting.

Intern starten we dan een macroprogramma (bijv. O9010), welke in de besturing is terug te vinden. Deze afstelcyclus kunnen we ook oproepen met een programma of in handingave (MDI).

Voorbeeld 1: Gereedschapslengtemeting

In dit voorbeeld wordt na de meting van de **gereedschapslengte** de uitkomst automatisch in de offsettabel geschreven (H9).

Theorie voorbeeld

N2 **T9** (FREES 10 MM)
N3 M6
N4 S300 M4
N7 G65 P9010 H9
N8 G0 Z150.

Betekenis:

G65 = Macroprogramma oproepen
P9010 = Macroprogramma nummer
H9 = Gereedschapslengte offsetnummer

Haas praktijk voorbeeld

N2 **T9** (FREES 10 MM)
N3 M6
N4 S300 M4
N7 G65 P9023 A12 T9
N8 G0 Z150

Betekenis:

G65 = Macroprogramma oproepen
P9023 = Macroprogramma nummer
T9 = Gereedschapsnr. en offsetnr. (H)
A12 = Gereedschapslengte meting

Voorbeeld 2: Gereedschapslengtecontrole

In dit **theorie** voorbeeld wordt met een controlemeting van de gereedschapslengte, de uitkomst automatisch vergeleken met de waarde in de offsettabel (H9). Indien de nu werkelijk gemeten lengte H9 met meer dan 0.1 mm (Q) afwijkt, wordt het gereedschap gearpkeerd en volgt een alarm: GEBROKEN-TOOL.

N2 **T9** (FREES **10** MM)
N3 M6
N4 S300 M4
N7 G65 P9010 H9 Q0.1 S10
N8 G0 Z150.

Betekenis:

G65 = Macroprogramma oproepen
P9010 = Macroprogramma nummer

Argumenten:

H9 = Gereedschapslengte offsetnummer
Q0.1 = Gereedschapsslijtage criterium in mm
S10 = Gereedschapsdiameter in mm; boor=0

Let op:

Haas kan u verder documenteren over de volledige mogelijkheden. Daarbij hoort een pakket macroprogramma's die voor de betreffende besturing zijn ontwikkeld. Ook is de VPS-ondersteuning met bedieningsvriendelijke functies beschikbaar, om de taster te kalibreren. De toolsetterprogramma's werken met gereserveerde macrovariabelen, bijvoorbeeld: #500 tot #510 om de instelling van de tasterstift te waarborgen of meetgegevens veilig op te slaan.

(Hoofdstuk Macroprogramming:

De common variabelen niet in uw macroprogramma's toepassen, bijvoorbeeld: #500-#510).

Hoofd- en Onderprogramma

Soms is een korter CNC-programma mogelijk, als we bewerkingen in een **onderprogramma** opnemen. Deze kunnen in het **hoofdprogramma** meerdere keren worden herhaald of in andere hoofdprogramma's nog van pas komen. Bijvoorbeeld als we op hetzelfde gatenpatroon moeten centreren, boren en of tappen (onderprogramma met de coördinaten). Of als een contour voor en na moet worden gefreesd (onderprogramma met de contourbeschrijving). Ook als bewerkingen op meerdere machineklemmen moeten worden herhaald past men onderprogramma's toe. Ook het onderprogramma kan zichzelf herhalen door het aantal doorlopen (L) te programmeren.

Voorbeeld: *Hoofd en onderprogramma*

O11 (HOOFD PGM 11)

N2 G21
N3 T1 M6 (FREES 10)
N4 G0 G54 G90 X0 Y0 S1500 M3
N5 G0 G43 H1 Z3. M8
N6 **M98 P22 L1**
N7 G0 X80 Y0
N8 **M98 (USB0/O00022.nc) L1**
N9 M6
N10 **M30**

O22 (ONDER PGM 22)

N102 G1 Z-5. F250.
N103 G1 G91 X20. F500.
N104 G1 Y20.
N105 G0 G90 Z3
N106 **M99**

Betekenis:

O11	= Hoofdprogramma
N6 M98	= Onderprogramma oproepen uit default map
N6 P22	= OnderProgramma nummer: 22 (Kies: 1 - 9999)
N6 L1	= Aantal keer doorlopen: 1 (Kies: 1 - 99)
N8 M98	= Onderprogramma oproepen uit andere map
N8 (pad/O00022.nc)	= Opgave pad naar de map (O met 5-cijfers verplicht)
N10 M30	= Einde hoofdprogramma
N106 M99	= Einde onderprogramma

Op de betekenis van de overige coderingen in de programma's komen we nog terug. Je kunt verschillende onderprogramma's in hetzelfde hoofdprogramma oproepen. Zorg ervoor dat bij programma-opslag, het juiste hoofd- en bijbehorende onderprogramma later zijn terug te vinden.

De map waarmee M98 default werkt, kun je ook instellen (SETTING 251).

*Haas kent ook LABEL techniek, zoals we deze kennen op sommige andere besturingen. Deze worden na M30 ingegeven en met **M97** uitgevoerd. Dit is dan onderdeel van het zelfde hoofdprogramma. Met alleen **M99 P** nr. kun je een sprong in het programma opgeven naar het regelnummer **N** nr.*

M codetabel (1-1)

M Code systeem:

Haas kent standaard M codes en uw machine specifieke M codes. Noteer in de M kolom uw eigen machinecode met de zelfde betekenis.

Modaal:

Functie blijft werkzaam in het programma totdat deze wordt overschreven, in dezelfde betekenis.

Meerdere M codes gelijktijdig in dezelfde regel ingeven niet aanbevolen of mogelijk.

(1) Dit betreft opties in de machine uitvoering.

(2) De M code kan in uw machine- uitvoering afwijken.

(3) Extra machinecode

() Voor actuele informatie M-code ga je naar:*

Haas service

De werkelijke lijst bij uw machine is uitgebreider en afhankelijk van de machine configuratie.

Code *	Modaal	Betekenis
M0		Vaste programmastop
M1		Keuze programmastop (Knop aan)
M3	X	Spilstart rechtsom
M4	X	Spilstart linksom
M5	X	Spilstop
M6		Gereedschapswisselen
M7	X	Mistkoeling aan (1) (2)
M8	X	Vloeistofkoeling aan
M		(3)
M9	X	Koeling uit
M10	X	4e-as klemming vast (2)
M11	X	4e-as klemming los (2)
M12	X	5e-as klemming vast (2)
M13	X	5e-as klemming los (2)
M19	X	Spil oriëntatiestop (1)
M30		Einde hoofdprogramma
M31		Spanentransporteur AAN
M33		Spanentransporteur STOP
M36		Test pallet-vrijgave om deze te laden
M41/M42		Spil aandrijving op laag/hoog
M50 P#		Palletwisselen met het nummer #
M70/M71		Klemming opspanning VAST/LOS
M73/M74		Luchtspoeling AAN/UIT (1)
M80/M81		Cabinedeur OPEN/DICHT
M88/M89		Inwendige koeling AAN/UIT (1)
M96 P#		Programmasprong naar regel N#
M97		Start Lokaal onderprogramma (M30)
M98		Start extern onderprogramma (disc)
M99		Einde onderprogramma

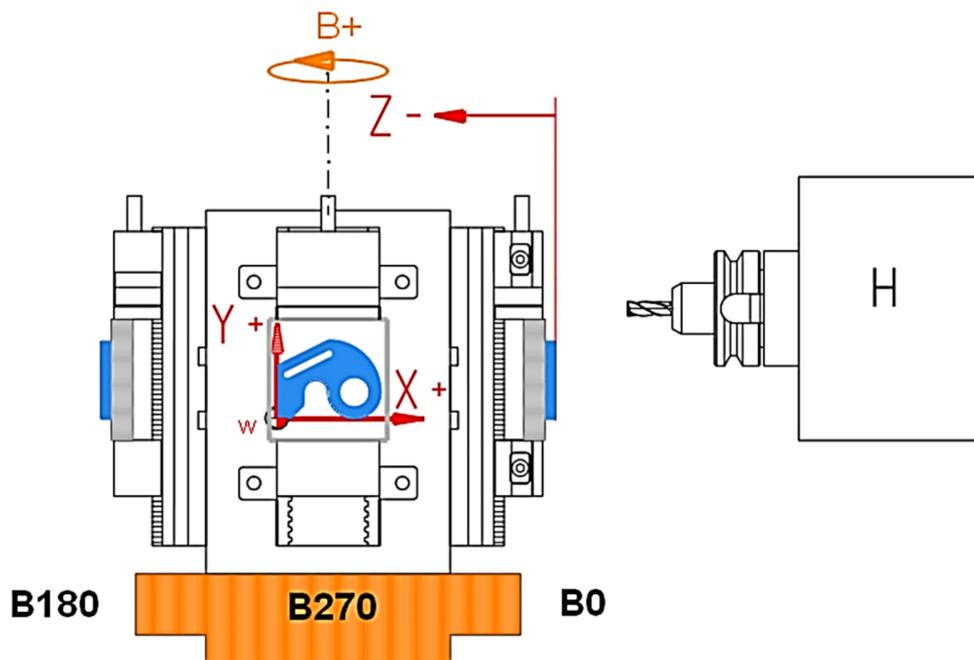
Meervoudige opspanning programmeren met B as

Programmeer (zonder cyclus) met G0 en G1 het voorbereiden van gat 25 ± 0.1 mm (20 mm diep doorlopend) op positie X60. Y20. Er zijn vier (4) werkstukken op de zuil opgespannen.

Pas aparte onderprogramma's toe voor het vlakfrezen (T1) en boren (T2). Hierin staan de bewegingen met G0 (ijlgang) en G1 (voeding) voor de verplaatsingen van het gereedschap. Neem bij het boren tot een diepte van 5 mm de voeding 60% en erna 100% tot 30 mm diep. Het ruwe materiaal is 100 x 80 x 20 mm.

Als werkstuknulpunten zijn afgesteld:

W1	=	G55	op	B0	(of G154 P1)
W2	=	G56	op	B90	(of G154 P2)
W3	=	G57	op	B180	(of G154 P3)
W4	=	G58	op	B270	(of G154 P4)



Figuur 15 Opspanoren met 4-klemmen op een horizontale machine

Er kunnen met de B as een aantal situaties bestaan bij het produceren met pallets:

- Enkelstuksfabricage van een product
- Seriefabricage van hetzelfde product
- Seriefabricage van verschillende producten

In deze uitgave is een nadere uitleg nog niet opgenomen. Raadpleeg de informatie van Haas voor bediening van uw palletsysteem met behulp van de Pallet Schedule Table.

Nieuw programma

Om de programmeer functies te leren kennen, geven we hier een aanwijzing om het programma **7001** aan te maken. Hiervoor is toegang tot het programma geheugen alleen mogelijk in de **Werkstand: LIST PROGRAM**.

We bevinden ons in het scherm: **MEMORY**.

We drukken op de toets: **INSERT**

Vul het menu in met:

07001 de besturing plaatst er een letter **O** voor: **O07001**

07001REV-A de bestandsnaam om op te slaan op USB

HOOFDPGM 2250 tekst achter het programma nummer

Nu staat er in de eerste regel van het programma: **O07001 (HOOFDPGM 2250)**

Betekenis eerste programma regel

O07001(HOOFDPGM 2250)

O = Programma letter O
07001 = Programma nummer met 5-cijfers
HOOFDPGM 2250 = De programma naam

Doe de ingave oefening op de volgende pagina om het gehele programma in te voeren.

De programmawoorden kun je invoeren en wijzigen met de toetsen:



INSERT

ALTER

DELETE

(enter)

(wijzig)

(wissen)

Standtijd criterium

Met **Advanced Tool Management** (ATM) kunnen standtijden van gereedschappen worden bewaakt op basis van snijtijden of aantal keren dat het gereedschap in de spil wordt gezet of het maximum aantal geboorde gaten.

Dit passen we o.a. toe voor kritische gereedschappen bij een onbemande machine opstelling.

Na het verstrijken van het ingegeven criterium, kiest het systeem automatisch een reservegereedschap. Dit reservegereedschap wordt automatisch uit een reservegroep opgehaald.

De standtijd- of inzet- gegevens worden vooraf per gereedschapsgroep ingesteld.

Dit kan in het volgende ATM-scherm:

Allowed Limits

Group	Expired Count	Tool Order	Holes Limit	Usage Limit	Life Warn %	Expired Action	Feed Limit	Total Time Limit
All	-	-	-	-	-	-	-	-
Expired	4	-	-	-	-	-	-	-
No Group	-	-	-	-	-	-	-	-
1001	1 / 5	Newest	99999	99999	100	Alarm	1000:00	1000:00
1002	0 / 0	Ordered	99999	99999	100	Feedhold	100:00	100:00
Add Group	-	-	-	-	-	-	-	-

Tool Data For Group: All

Tool	Life	Holes Count	Usage Count	Usage Limit	H-Code	D-Code	Feed Time	Total Time
1	0%	100	50	25	1	1	0:00:00	0:00:00
2	0%	50	25	25	2	2	0:00:00	0:00:00
3	0%	30	10	10	3	3	0:00:00	0:00:00
4	95%	10	5	100	4	4	0:00:00	0:00:00
5	0%	0	0	0	5	5	0:00:00	0:00:00
6	100%	0	0	0	0	0	0:00:00	0:00:00

ATM Instel menu voor de standtijdbewaking

Betekenis:

- 1 = Actieve ATM scherm
- 2 = Toegestaan limiet
- 3 = Toolgroep overzicht
- 4 = Tooldata gegevens
- 5 = Help tekst

In de praktijk is deze ATM-toepassing voor productiewerk in te zetten en leer je het systeem ook te gebruiken.

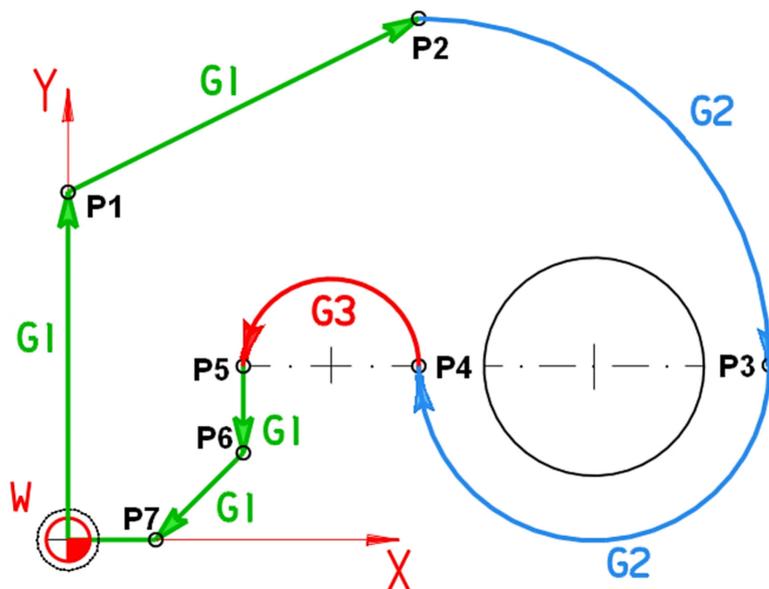
Lijn of cirkel (boog)

Contourfreeswerk is een beweging langs een lijn of cirkelboog die met G1, G2 en G3 kan worden beschreven. De frees volgt dit geprogrammeerde profiel

Met de baanfuncties G1, G2 en G3, kunnen we elke vorm volgens een samengestelde LIJN en/of CIRKELBOOG verplaatsing programmeren. We spreken ook over codes voor "Lineaire" en "Circulaire" interpolatie.

Code	Baanfunctie	Verplaatsing
G0	Lijnbeweging	Naar een XYZ positie in ijlgang (optie: A, B, C assen)
G1	Lijnbeweging	Naar een XYZ positie in voeding (optie: A, B, C assen)
G2	Cirkelbeweging	Naar een XY cirkel/boog eindpunt rechtsom
G3	Cirkelbeweging	Naar een XY cirkel/boog eindpunt linksom

Voorbeeld:



Figuur 20 Contouromtrek (W - P1 - P7 - W) verdeelt in baanfuncties

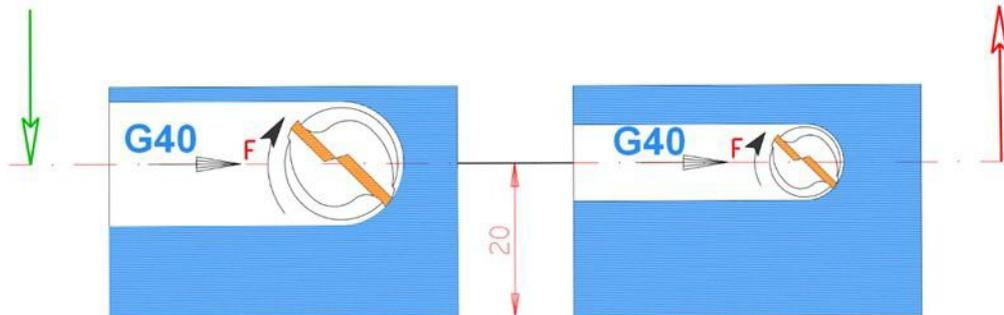
De benaming voor het frezen met G1 noemen we **LINEAIR** frezen van punt naar punt. Het frezen met G2 of G3 noemen we **CIRCULAIR** frezen over een boogradius of cirkel.

Radiuscorrectie links en rechts kiezen

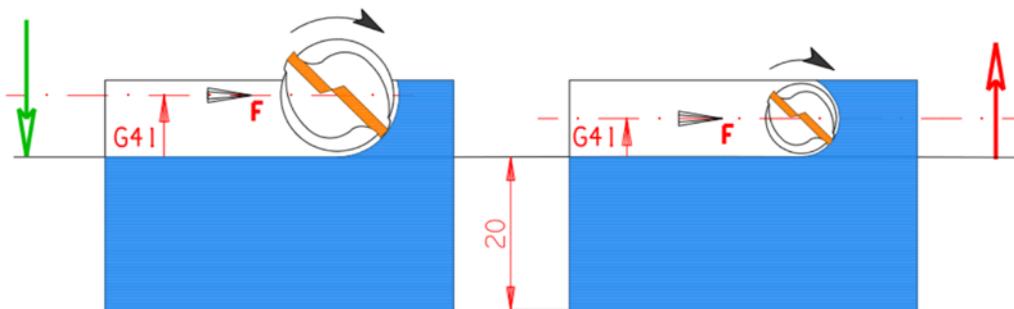
Een frees kan met ingeschakelde radiuscorrectie d.m.v. code **G41** links, of met **G42** rechts, langs de contour worden geprogrammeerd. Deze richting moet je dus zelf kiezen en daarmee bepaal je ook de mee- of tegenloop freesmethode.

De radiuscorrectie blijft net zo lang actief langs de geprogrammeerde contour, totdat we deze weer uitschakelen met **G40**.

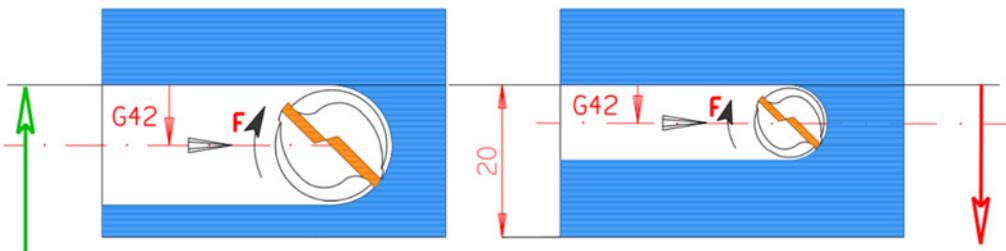
Hieronder worden deze situaties weergegeven voor een geprogrammeerde X as beweging, langs een lijn op Y20 mm.



Figuur 24 Geen correctie: G40 = De frees beweegt OVER de contourlijn op Y20



*Figuur 25 Meeloopfreesen: G41 = De frees beweegt LINKS * langs de contourlijn op Y20*



*Figuur 26 Tegenlooppfreesen: G42 = De frees beweegt RECHTS * langs de contourlijn op Y20*

* Bepaald in de freesrichting F

G2 en G3 met I en K programmering

Bij het **volledig rondfrezen** in een gat of om een ronde vorm heen, liggen begin- en eindpunten op elkaar en werkt de programmering met de boogradius (R) niet. De frees blijft op het startpunt staan. We moeten nu de ligging van het **cirkelmiddelpunt met afstanden I en/of J** programmeren. Deze I en J waarden worden incrementeel bepaald, vanuit het startpunt op de cirkel/boog en gezien als parallelle afstanden langs de X en Y as naar het cirkelmiddelpunt toe.

Middelpuntgegevens:

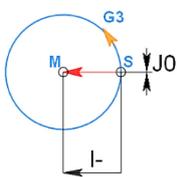
I+ = incrementele afstand vanuit het startpunt S tot middelpunt M op X as in X+ richting.

I- = incrementele afstand vanuit het startpunt S tot middelpunt M op X as in X- richting.

J+ = incrementele afstand vanuit het startpunt S tot middelpunt M op Y as in Y+ richting.

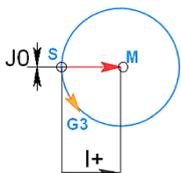
J- = incrementele afstand vanuit het startpunt S tot middelpunt M op Y as in Y- richting.

Voorbeeld 1 : Frees start in punt S op X as rechts van M



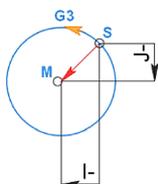
```
.. G1 G40 X60 Y20
N5 G1 G41 D9 X63.75 Y11.25 F900
N6 G3 X72.5 Y20 R8.75 F720 (Radiale aanloop)
N7 G3 I-12.5 J0 F720 (Rondloop)
N8 G0 G40 X60 Y20
```

Voorbeeld 2 : Frees start in punt S op X as links van M

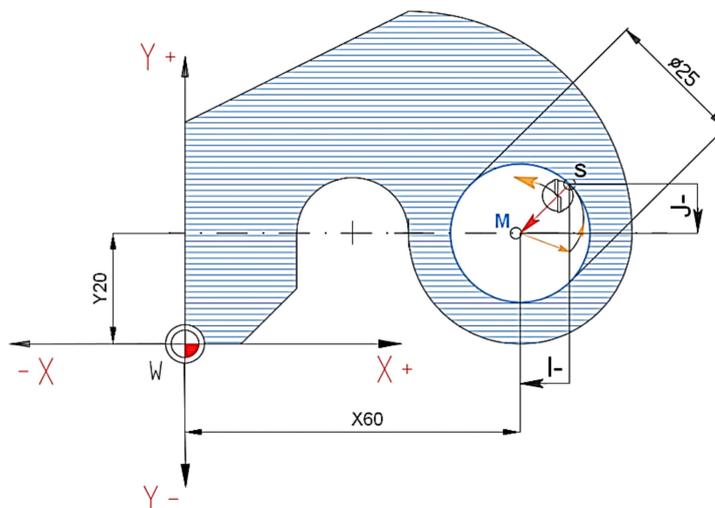


```
.. G1 G40 X60 Y20
N5 G1 G41 D9 X56.25 Y25.75 F900
N6 G3 X47.5 Y20 R8.75 F720 (Radiale aanloop)
N7 G3 I+12.5 J0 F720 (Rondloop)
N8 G0 G40 X60 Y20
```

Voorbeeld 3 : Frees start in punt S op 45 graden uit de X as rechts van M



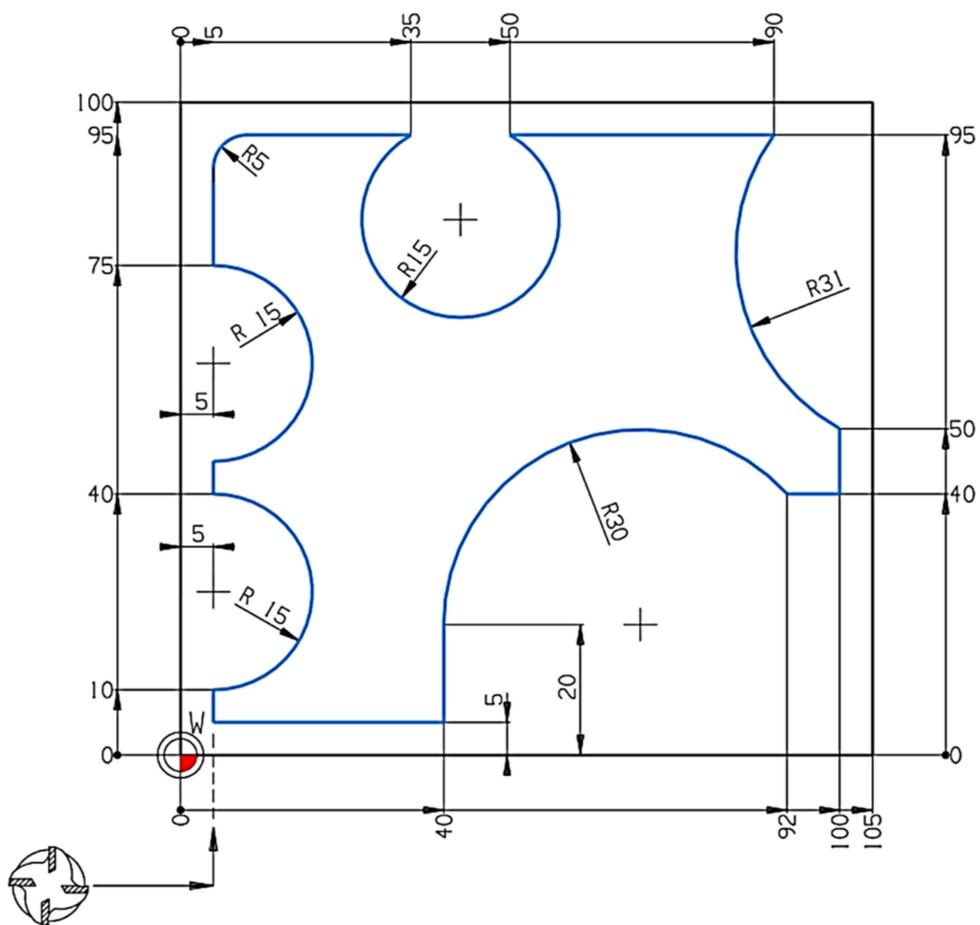
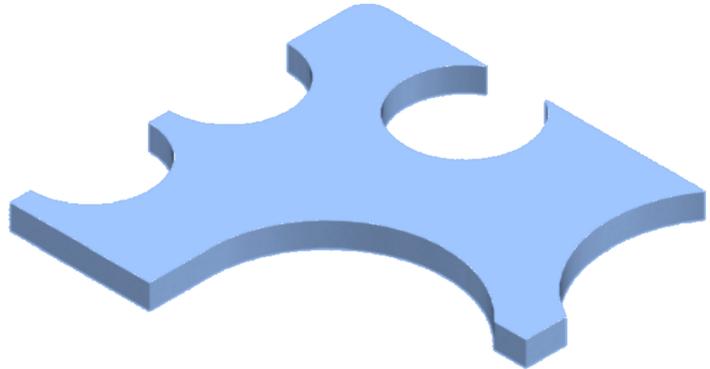
```
.. G1 G40 X60 Y20
N5 G1 G41 X68.84 Y16.46 F900
N6 G3 X68.84 Y+28.84 R8.75 F720 (Radiale aanloop)
N7 G3 I-8.84 J-8.84 F720 (Rondloop)
N8 G0 G40 X60 Y20
```



Figuur 41 Voorbeeld 3 met I en J programmering op het startpunt onder 45 gr.

Contour uitwendig programmeren

Programmeer het omtrekfreesen. Het startpunt ligt op X-20. Y-20. Z-6.



Figuur 42 Programmeren van een contourfreesbewerking.

Schroeflijn

Het uitfrezen van een gat kan volgens een **Schroeflijn** beweging worden geprogrammeerd. Dit noemen we ook wel **Helix** frezen. In elke volle rondfrees beweging (G2/G3) wordt dan gelijktijdig een Z-as verplaatsing opgegeven (spoed). Het boorfrezen van gaten is een goede toepassing en natuurlijk schroefdraadfrezen of naar een diepte frezen in vol materiaal bij bijv. het starten van een kamerfreescyclus.

Als theorie geven we hier meer inzicht in de toepassing van draadfrezen met de helix programmering.

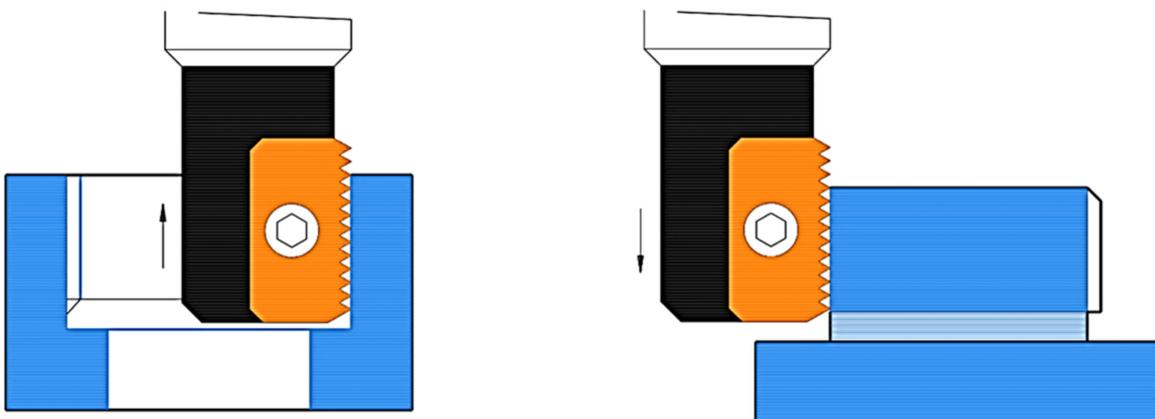
Rechtse buitendraad wordt verkregen door in meelooprichting rond te frezen en tegelijkertijd de spoed in Z- richting te programmeren. **Rechtse binnendraad** frezen we vanuit de bodem van het gat met de spoedgang in Z+ richting.

Hierbij worden speciale draadfrezen met één of meer draadtanden toegepast en varianten als gecombineerde boor en verzink gereedschap.



Een draadfrees wordt bij binnendraad met een aanloopradius en in de helling van de spoedhoek (Z verschil), op draaddiepte geprogrammeerd. Dit voorkomt een markering door spoed verschil. Een uitloopradius is niet nodig voor een draadfrees met één draadtand, als deze boven het gat eindigt. Als in de draadgang moet worden opgehouden, zoals met de afgebeelde wisselplaat in de onderstaande figuur, is wel een uitloop met een boogradius in de hellingshoek nodig (Z verschil).

Een draadfrees kan op buitendraad tangentieel op de kerndiameter worden aan- en uitgelopen d.w.z. zonder aan- of uitloopradius.



Figuur 46 Inwendig en uitwendig schroefdraad frezen.

Automatiseren van het bewerkingsproces

Het 24 uur per dag in bedrijf houden van uw productie gedurende 7 dagen in de week, omschrijft men als het 24/7 automatiseringsconcept. Om dit met uw CNC-bewerkingscentrum te bereiken moet het nodige worden aangepast in de machine uitvoering, de programmering en de bedrijfsorganisatie.

Het eerste streven is om, met hetzelfde personeel in dagdienst, elke nacht onbemand door te produceren. Om dit proces in praktijk te brengen, wordt in het begin een hoge vakbekwaamheid van de CNC-frezers gevraagd. Zij zullen ook meer kennis moeten hebben van de HAAS programmering, de verspaningstechniek, robots en de totale procesbeheersing. Daarbij moet men in een weekend dienstrooster een "Call Out" instellen, dus oproepbaar/beschikbaar zijn, voor materiaal aanvulling of storingen op zaterdag en zondag. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de inspanningen hiervoor enkel lonen, als flinke series kunnen worden geproduceerd en kleinere aantallen enkel als repeat-orders (herhalingsopdrachten).

Bovenal moet het bewerkingsproces betrouwbaar functioneren en zal een investering in een modern nieuw CNC-bewerkingscentrum met robot belading, aan de orde moeten worden gesteld. Het is ook gebleken dat verspaningstijden soms minder snel uitpakken, om de voorspelbaarheid van de bewerkingen te verzekeren. Men streeft dan naar langere standtijden, betere spaanbeheersing en maatvastheid. In de uitvoering van het bewerkingscentrum en besturing is een systeem voor standtijdbeveiliging noodzakelijk. Ook een breukdetectiesysteem, om de snijkanten te bewaken, door middel van een teach-in kracht/koppel instelling per tool, afgeleid van een meting in de spil en of X/Z assen aandrijving. Daarbij hebben machinefabrikanten nog eigen versies van deze systemen ontwikkeld en is enkel kennis van de HAAS omgeving alleen niet voldoende.

Het werken met dit soort systemen heeft invloed op een goede bediening van de machines. Bij inbedrijfstelling dient dus ruim aandacht te zijn voor instructies op dit gebied aan het personeel. Verder worden de CNC-programma's complexer voor (4/5-assige) toepassingen, om de nodige veiligheidsmaatregelen in te bouwen. Dit eindigt bij een heel betrouwbaar programma welke rekening houdt met afwijkingen in de status van de machine bij het opstarten en na onderbreken van de productie. Het instappen of vervolgen van de productie na onderbreking of storing moet eenvoudig zijn voor het bedienend personeel.

Daarnaast is voor de aanschaf van het werkstukmateriaal, het gereedschap en wisselplaten, een leveranciersgarantie nodig, om te kunnen vertrouwen op consistente kwaliteit hiervan. Het automatische en onbemande bewerkingsproces kan anders ernstig worden verstoord. Denk aan bijvoorbeeld verschillen in hardmetaal/coating en afwijking in verspaanbaarheid van materialen. Meer nog dan in normale situaties, is een garantie nodig van uw machineleverancier, om ingeval van een machine storing, alert te reageren en indien nodig, binnen een afgesproken aantal uren, een monteur in te zetten om het probleem te verhelpen. Hierbij moet ook aandacht zijn voor de organisatie van de reservedelen leveringen binnen een redelijke termijn. Belangrijk is ook dat u de kwalificaties kent van storingsmonteurs of hun ervaring met uw type machine zodat goed werk kan worden geleverd.

Het slagen van een 24/7 productie vraagt ook om beheersing van de vele details in de voortgang van het productieproces. Het is te overwegen om met uw bestaande machines eerst ervaring op te doen in een 12/5 productieproces, waarvan minimaal 4 uren onbemand. Alle afwijkingen dienen in een logboek opgenomen te worden voor werkoverleg. Indien men zich 100% inzet, is uiteindelijk een bezettingsgraad van uw machine(s) tot boven de 90% mogelijk.

Cycluskeuze

Een werkstuk kan uit gezaagd staf, voorgesmeed of gegoten materiaal worden vervaardigd. Na het nodige freeswerk volgen ook gat bewerkingen. Haas kent hiervoor diverse **standaard** cyclussen, zoals boren, ruimen, kotteren en tappen. Met het betreffende cyclusnummer wordt de keuze van de bewerking of toegepaste verspaning bepaald.

Om deze te programmeren beschrijven we in dit hoofdstuk de regelopbouw van de formaten:

Bewerking	Cyclusnummer
Boren	G81
Centerboren, verzinken	G82
Diepboren (met spanen breken)	G73
Diepboren (met spanen lossen)	G83
Ruimen	G85
Kotteren (en op einddiepte na vrij trekken eruit)	G76
Kotteren (en op einddiepte met voeding eruit)	G85
Kotteren (en op einddiepte met spilstop eruit)	G86
Kotteren (en op einddiepte na uitveertijd eruit)	G89
Kotteren (en op einddiepte met handwiel eruit)	G87/G88
Achterverzinken, trekfreesen	G77
Tappen linkse draad	G74
Tappen rechtse draad	G84
Tappen met synchronisatie (Optie: Rigid Tapping)	G74/G84
Tappen met springkop	G85

Voor de meest actuele G-code informatie klik je hier: [Haas service](#) o.a. voor de uitleg van de kamerfrees cyclussen G13, G14 en G150.

Door het algemene gebruik van CAM-systemen, zijn deze kamerfrees cyclussen minder vanzelfsprekende G-code functies. Het CAM-systeem neemt deze niet over, maar bepaald alle bewerkingen in coördinaten vanuit het werkstuknulpunt.

Wil je teksten of cijfers graveren met cyclus G47, klik dan [hier](#) voor een TIP of the DAY

Cyclusafloop

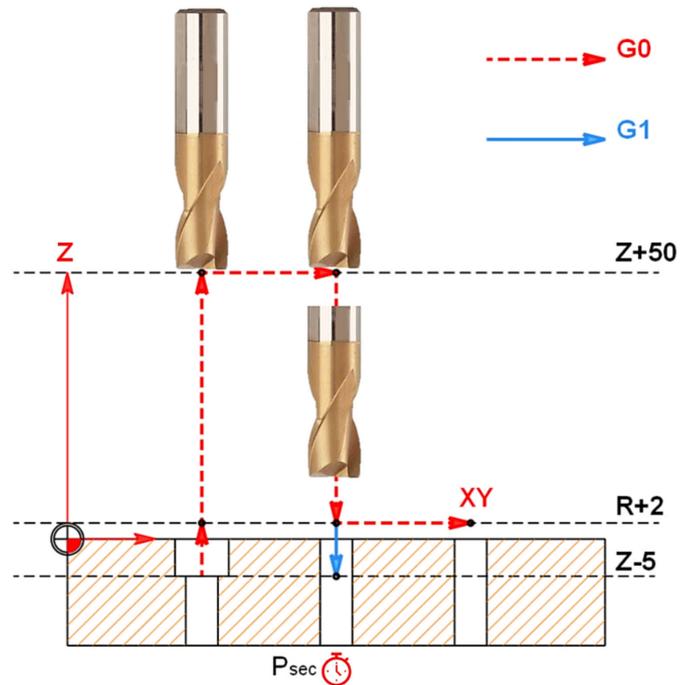
De **boor-**, **tap-** of **kottercyclus** bepaalt hoe het gereedschap op **diepte** komt en **weer uit het gat** wordt getrokken (G0/G1). Het formaat van de verschillende cycli is voorgeschreven om de automatische werking te kunnen uitoefenen. Deze werkt direct op de positie waar de cyclus wordt gelezen en op de volgende coördinaten, totdat deze wordt uitgeschakeld (geannuleerd) met **G80**.

Indien **L0** achter de cyclusregel wordt ingegeven, dan wordt de werking van de cyclus pas in de volgende regel actief. Deze L code is niet modaal en onderdrukt alleen de uitvoering van de cyclus in de regel waarin deze code is opgegeven.

Voorbeeld:

Hier worden een aantal voorgeboorde gaten verzonken met G82.

Huidige positie: X.. Y.. Z+50.
 Vlakverzinken : **G82 R+2 Z-5 F300 P2. E2000 L0**
 Volgende pos : X.. Y..
 Volgende pos : X.. Y..
 Volgende pos : X.. Y..
 Uitschakelen : **G80**



Betekenis:

X..Y..Z+50= Coördinaat waarop in ijlgang met een frees wordt gepositioneerd en het vlakverzinken volgt, of in het geval van **L0** pas op de volgende positie.

G82 = Het cyclusnummer waarmee de gatbewerking ook direct wordt ingeschakeld.

R+2. = Veiligheidsafstand van 2 mm boven het coördinaten oppervlak (als Z+2.)
 Het gereedschap wordt met G0 in ijlgang **op** deze hoogte gepositioneerd na het bereiken van de X.. Y.. positie.

Z-5. = Einddiepte van 5 mm.
 Met G1 start de voeding op R+2. totdat de diepte van Z-5. is bereikt.
 Daarna wordt de frees met G0 in ijlgang weer **terug** getrokken op R+2 of de kikkerhoogte Z+50 (Hoofdstuk: G98/G99).

F300. = Werkvoeding in de Spil as (Z) van 200 mm/min.

P2. = Uitveertijd van 2 sec. op einddiepte Z-5 om spanen los te snijden.

E2000 = Spilomkeer na elk gat om spanen te lossen. Klik **hier** voor een TIP of the DAY.

L0 = Onderdrukt de cyclus op deze regel. Zonder L0 begint de cyclus op deze positie.

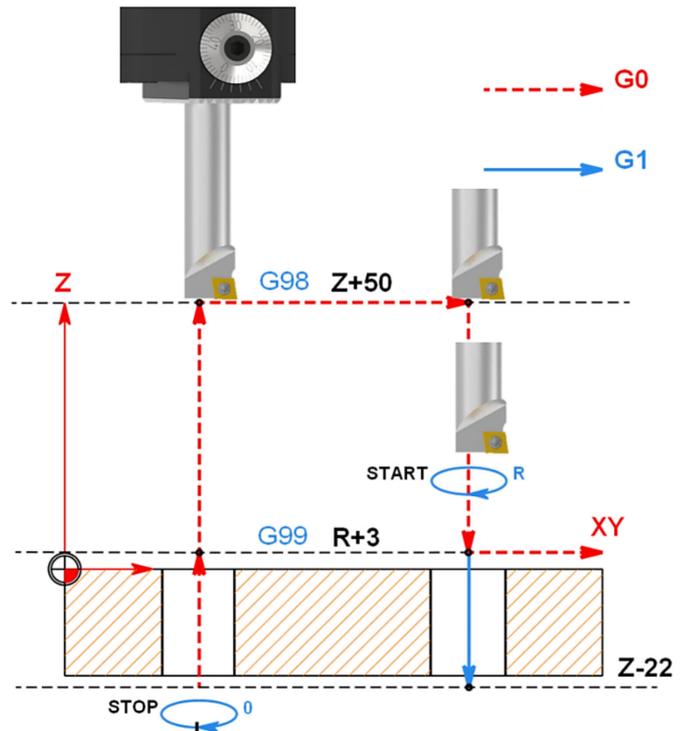
G80 = De bewerkingscyclus uitschakelen.

Nadat de cyclus op alle opgegeven X-Y coördinaten erna heeft gewerkt, **moet** deze worden geannuleerd met G80 in een extra laatste regel.

Met de beschreven cyclussen is aangenomen dat de **SETTING 28 en 57: AAN staat (normaal)**.

Kotteren met G86

Bij het toepassen van **G86** wordt een gat in voeding op maat gekotterd. Op einddiepte volgt een spilstop. Hierna wordt de kotterbaar in **ijlgang** teruggetrokken. In de wand van de boring wordt door de snijkant meestal een rechte kras ingesneden, als gevolg van de uitvering van de kotterbaar tijdens het terugtrekken



Voorbeeld: *Kotteren van 10H7*

N30 T19 (KOTTERBAAR)
 N31 M6
 N32 G0 G40 G55 G80 G90 X-45. Y-42. B0 S3000 M3
 N33 G0 G43 Z50. H19 M8
N34 G86 G99 R3. Z-22. F300.
 N35 Y42.
 N36 X45.
 N37 Y-42.
 N38 G0 **G80** Z3. M9

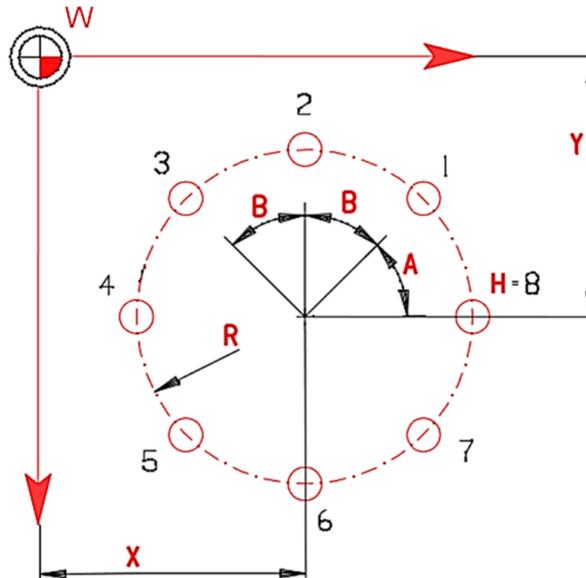
1e gat
 2e gat
 3e gat
 4e gat

Betekenis:

G98 = Terugtrekken op kikkerhoogte (Z+50.)
 G99 = Terugtrekken op veiligheidsafstand (R3)
 R3. = Veiligheidsafstand 3 mm (Z+3.)
 Z-22. = Kotterdiepte
 F300. = Kottervoeding mm/min.
 G80 = Annuleren cyclus

Macro Instructie

Macro's zijn bedoeld voor het slim uitvoeren van machineopdrachten waarvoor de besturing zelf geen cycli kent. Voor de macrogebruiker kiezen we een macro-instructie (macro call) met enkele in te geven letter coderingen met een waarde (argumenten) in een voorgeschreven formaat. Het toepassen van een macro kan worden vergeleken met het oproepen van een onderprogramma. We moeten er nu echter een beschrijving bij doen, over de betekenis van de coderingen en hoe je de macro veilig kunt gebruiken.



Figuur 58 Illustratie van de macrosteekcirkel

Voorbeeld: **Macro 9601 steekcirkel**

G65 P9601 X40 Y-40 R20 A45 B45 H8

Betekenis:

G65 = Macro oproepen
P9601 = Macronummer (het onderprogramma)

Argumenten:

X40 = Cirkelmiddelpunt op 40 mm in X-as (absoluut)
Y-40 = Cirkelmiddelpunt op - 40 mm in Y-as (absoluut)
R20 = Steekcirkelradius 20 mm. (Dia=40.)
A45 = Starthoek 1^e gat op 45 graden uit de X-as
B45 = Hoeksteek van 45 graden
H8 = Aantal gaten op de steekcirkel/boog

Alle argumenten moeten in de gegeven volgorde (zonder afwijking) worden geprogrammeerd. Met het opgeven van deze argumenten kan elke steekcirkel (of boog) op elke positie worden geprogrammeerd.

Macro Body

Het macro-onderprogramma (macrobody) wordt vast in de besturing opgeslagen. In dit programma werken we met verschillende **variabele** typen. De gekozen argumenten in de macro-instructie (macro-call), wijzen aan de overeenkomstige variabelen (# nr.) hun getalswaarden toe. Deze worden in de macrobody bewerkt, maar anderen komen uit het systeem zelf. In macro's werken we ook met rekenkundige bewerkingen (+, -, COS, SIN) en logische uitdrukkingen (WHILE). Om te slagen met het zelf maken van macro's wordt verondersteld dat u bekend bent met een BASIC dialect om het gebruik van de macrotaal vlot te kunnen interpreteren.

Voorbeeld: Macro body 9601 steekcirkel

```
O9601(MACRO STEEKCIRKEL)
#3=#4003
IF [#3 EQ 90] GOTO1
#24=#5001+#24
#25=#5002+#25
N1 WHILE [#11 GT 0] DO1
G90 X[#24+#18*COS[#1]] Y[#25+#18*SIN[#1]]
#1=#1+#2
#11=#11-1
END1
G#3
M99
```

In deze macro body werken we met verschillende variabele typen (#24, #5001 etc.), rekenkundige bewerkingen (+, -, COS, SIN) en uitdrukkingen (IF, WHILE, GOTO, DO).

In de macroprogrammeertaal zijn aan de letters van de argumenten (R, A, B, H) specifieke lokale variabelen nummers gekoppeld. Deze nummers komen deels overeen met de plaatst in het alfabet. HAAS maakt echter nog een onderscheid in het argumenttype (specificatie I: Alfabetisch en specificatie II: Alternatief met I, J en K extra).

De volledige lijst van de hier toegepaste argument specificatie I, ziet er als volgt uit:

A #1, B #2, C #3, D #7, E #8, F #9, H #11, I #4, J #5, K #6, M #13, Q #17,
R #18, S #19, T #20, U #21, V #22, W #23, X #24, Y #25, Z #26

De macro-argumenten dragen altijd aan deze variabelen de getalswaarden over.

Voorbeeld: Macrovariabelen voor steekcirkel G65 P9601 X40 Y-40 R20 A45 B45 H8

Argument	Variabele	Waarde
X	#24	40
Y	#25	-40
R	#18	20
A	#1	45
B	#2	45
H	#11	8

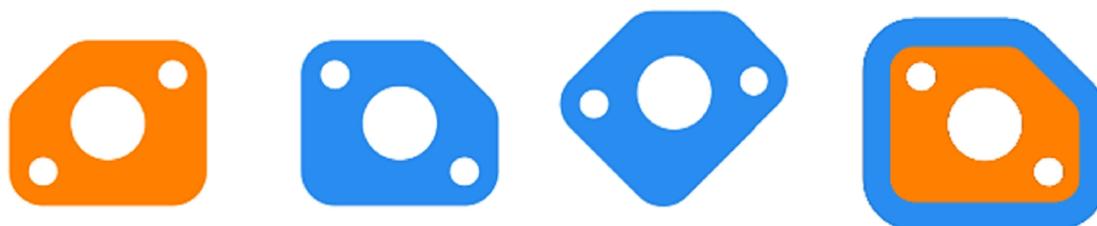
(Raadpleeg uw machine HAAS handleiding voor de volledige lijst I en II).

G51, G52, G68, G101

Het is handig om posities in het programma te laten omrekenen door de besturing. Dit kan op verschillende manieren, met als doel het programmeerwerk te vereenvoudigen.

Omrekening	Cyclusnummer
Schaalfactor aan	Optie: G51
Schaalfactor uit	G50
Lokale nulpuntverschuiving	G52
Rotatie aan	Optie: G68
Rotatie uit	G69
Spiegelen aan	G101
Spiegelen uit	G100

Vanaf het geprogrammeerde cyclusnummer is de omrekening direct actief totdat deze weer wordt geannuleerd. Tussen het in- en uitschakelen van de omrekening volgt de te programmeren bewerking, met eventueel de toepassing van radiuscorrectie G41/G42. De omrekenfuncties werken ook gecombineerd, echter door instellingen kan de uitwerking specifiek worden bepaald.



Figuur 65 Voorbeelden spiegelen, roteren, nulpuntverschuiving, (op)schalen

Hier volgt enkel de toepassing van nulpuntverschuiving G52

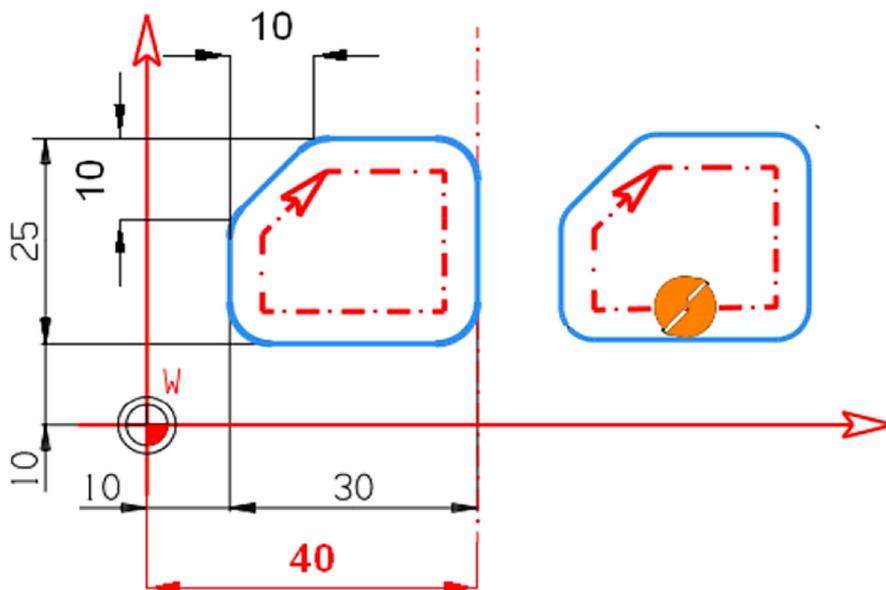
Door het algemene gebruik van CAM-systemen, zijn de omrekeningen door spiegelen, roteren en schalen, minder vanzelfsprekende G-code functies. Het CAM-systeem neemt deze niet over en bepaald alle bewerkingen in coördinaten vanuit het werkstuknulpunt W.

Wil je meer details weten over omrekenen met een G-code, raadpleeg dan de hoofdstukken hierover met de uitleg in het HAAS Instructieboek CNC Frezen, of klik hier voor de actuele informatie: [Haas service](#)

G52

Een onderprogramma met bijvoorbeeld een freesbewerking, kan na een **lokale** nulpuntverschuiving op een andere positie worden uitgevoerd of herhaald. Met de **G52** code programmeren we dan **tijdelijk** een XYZ-verschuiving van het afgestelde werkstuknulpunt **W**.

In het werkstukprogramma kun je ook eerst een verschuiving kiezen en daarna coördinaten vanuit dit lokale nulpunt X0Y0 programmeren. Met **G52 X0 Y0 Z0** schakelen we deze functie weer uit, zodat we vanuit het oorspronkelijk afgestelde werkstuknulpunt **W** verder kunnen programmeren.



Figuur 66 Lokale nulpuntverschuiving X40

Voorbeeld: Frezen van twee uitsparingen op steek 40 mm

O104 (HOOFD PGM)

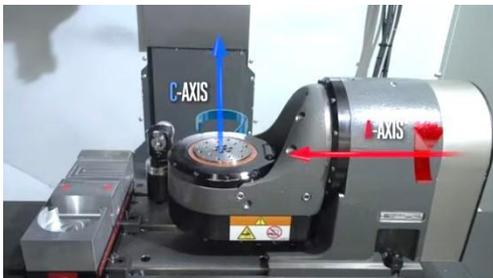
N30 T8 (TWEESNIJDER 8 MM)
N31 M6
N32 G0 G55 G80 G90 X0. Y0. B0 S4500 M3
N33 G0 G43 Z3 D8 H8 M8
N34 M98 **P105**
N34 G52 X40 Y0 (NULPUNT OFFSET X-AS)
N35 M98 **P105**
N36 G52 X0 Y0 (ANNULEREN G52)
N37 G0 Z150. M9
N38 M30

O105 (ONDER PGM)

N40 G0 X25 Y22.5 Z2
N41 G1 Z-10 F200
N42 G42 Y10 F500
N43 X10
N44 Y25
N45 X20 Y35
N46 X40
N47 Y10
N48 X24
N49 G40 X25 Y22.5
N50 G0 Z3.
N51 M99

4^e en 5^e as combinaties

Haas biedt draai-zwenktafels aan, zoals de **TRT100** (Model: Tilt Rotary Table) voor opbouw op verticale machines in de **VF-serie**. Een andere mogelijkheid is de draai-zwenktafel, zoals de **TR200** (Model: Trunnion Table) voor eveneens opbouw.



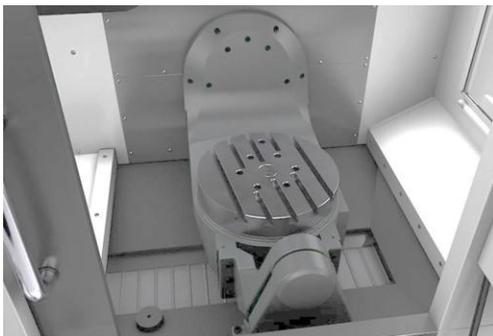
TRT100 A+C-as draaitafel (opbouw)



TR200 A+C-as draaitafel (opbouw)

Universele machines in de **UMC-serie** hebben een geïntegreerde tafelpartij om met een 4^e en 5^e rotatieas te werken.

Als de producten niet passen op een draai-zwenktafel, kunnen deze op de vaste machinetafel worden opgespannen van een machine in de **VR-serie**. De 4^e en 5^e as rotaties worden daarbij door de spilkop uitgevoerd (Gimbal head). Hiermee is het product ook aan meerdere zijden te bewerken in dezelfde opspanning.



UMC-machineserie met B+C-as draaitafel



VR-machineserie met B+C-as freeskop

Met een 5-assig machinemodel, kunnen we in 3-assen (XYZ) programmeren en is het mogelijk het werkstuk/spilkop ook eerst met 2 rotatie-assen (A/B+C) onder een hoek te zwenken. Dit noemen we ook wel een **3+2 vlaks** toepassing. Voorbeeld op [YouTube](#) van een 3+2 bewerking.

Met een **5-assige simultaan** freesbewerking, bedoelen we de verplaatsing in de XYZ-assen die gelijktijdig met de rotaties in de 4^e en 5^e as worden gecombineerd.

Bij het 5-vlaks werken (3+2), kan in een CNC programma de relatie van het assenstelsel XYZ, met het gezwenkte bewerkingsvlak, nog handmatig worden geprogrammeerd. Het is namelijk met een speciale cyclus mogelijk, om het nulpunt met de loodrechte stand van het gereedschap in Z-as, op het gezwenkte XY-vlak, te behouden. Deze werkwijze geldt voor een machine met draai-zwenktafel of machine met universele freeskop en vast bed.

In dit verband behandelen we hier de mogelijkheden van de functies om dit te programmeren.

Met CAM kunnen we daarmee de 5-assige programmering makkelijker realiseren.

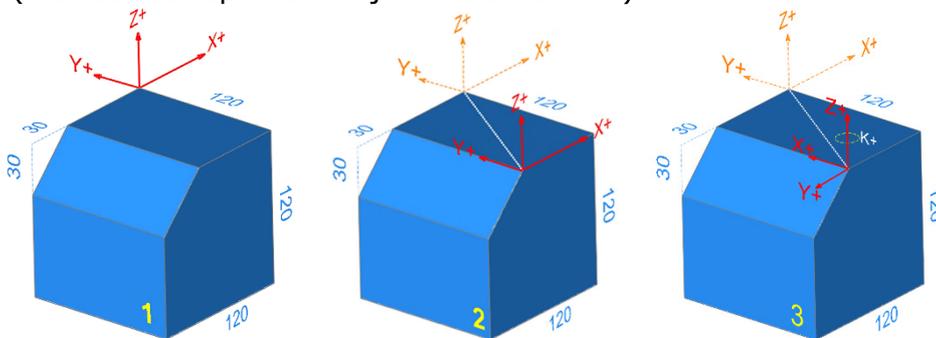
G268 / G269 Coördinaten Systeem

Toepassing II: G268 X.. Y.. Z.. I.. J.. K.. Q.. Met rotatie opdracht G253

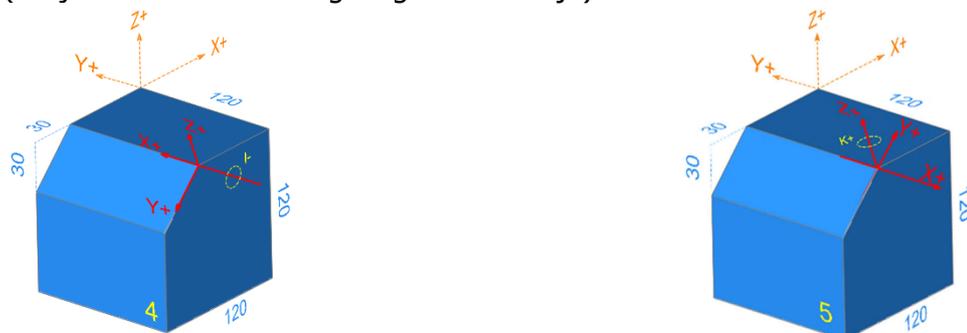
Met deze syntax verplaatsen we met **G268** het assenstelsel naar een te kiezen vlak. Hiermee heb je nu ook de vrijheid om de stand van de spil (Z-as), zelf te bepalen. Het verschil met het vorige voorbeeld is dat je de rotatie hoeken **I** (om X), **J** (om Y) en **K** (om Z) aan G268 moet toevoegen. Hierna wordt met **G253** de code G268 geactiveerd en tegelijk de rotaties uitgevoerd. Met **G269** annuleer je deze situatie weer en is het originele nulpunt (G54) weer actief.

Voorbeeld 2: G268 X-90 Y-120 Z0 I-45 J0 K+90 G253

(1-->2) **Originele nulpunt (W) verschuiven:** G268 X-90 Y-120 Z0 I0 J0 K0
(naar de hoek op de breeklijn met het 45° vlak)



(2-->3) **Originele assenstelsel roteren om Z:** G268 X-90 Y-120 Z0 I0 J0 K+90
(uitlijnen X+ in de richting langs de breeklijn)



(3-->4) **Originele assenstelsel roteren om X:** G268 X-90 Y-120 Z0 I-45 J0 K+90
(spilas loodrecht op het schuine vlak zetten)

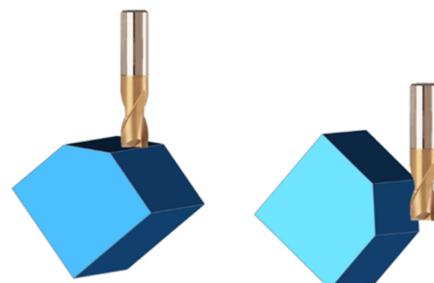
Optie 1

(4-->5) **Nogmaals assenstelsel roteren om Z:** G268 X-90 Y-120 Z0 I+90 J-45 K+180
(alternatief voor X+ richting op het vlak)

Het assenstelsel kan nog eens om de X as worden verdraaid (I), om de gewenste uitlijning van de as richting Z+ te bereiken. Je kiest zelf de manier waarop je een vlak wilt frezen, bijvoorbeeld zoals in de afbeelding hiernaast.

Optie 2

Door code **Q123** toe te voegen aan G268 kun je de voorrang waarin de rotatie I, J en K volgt, instellen. 1= om X; 2=om Y; 3= om Z; bijvoorbeeld: Q321



Opzet controle product

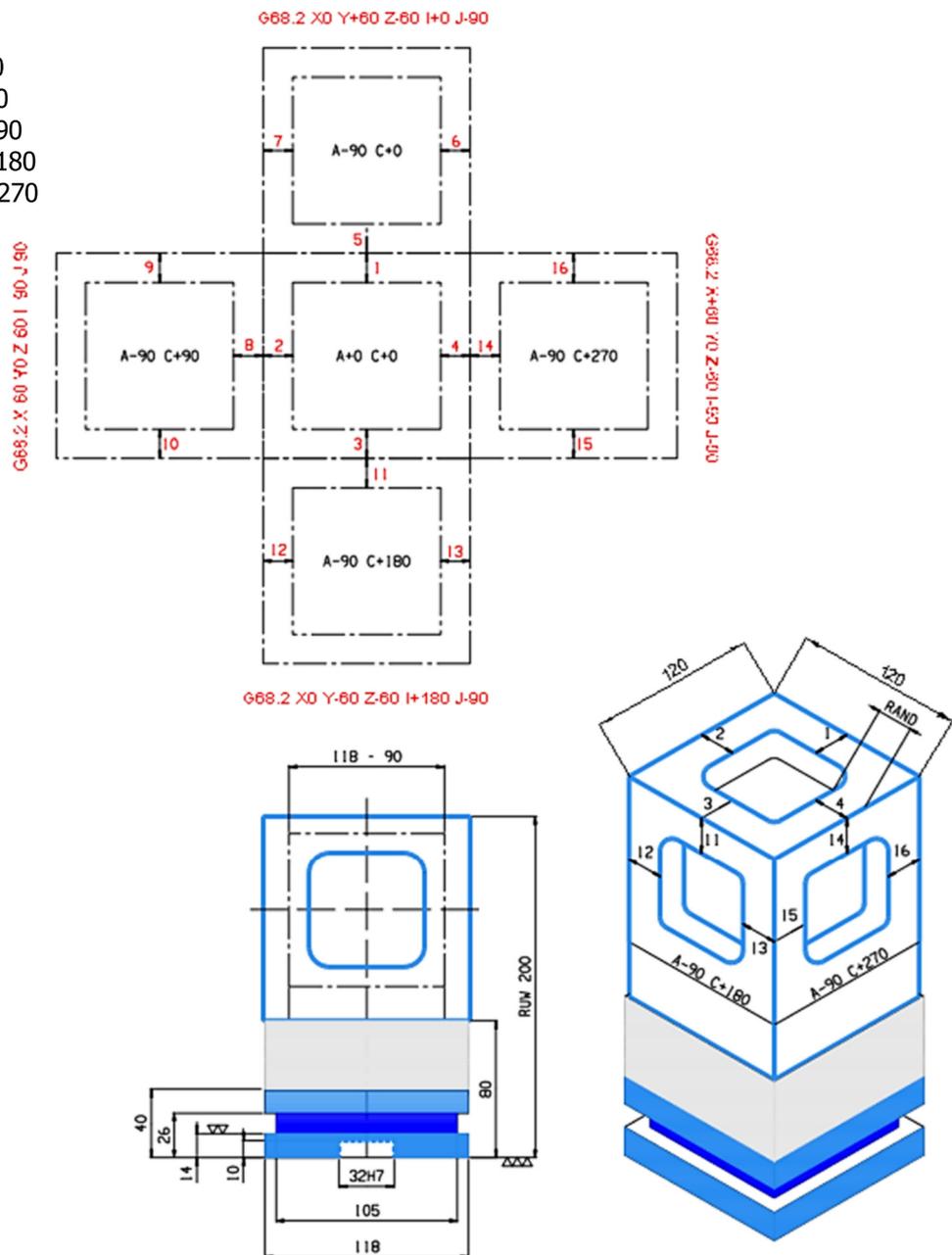
Als informatie geven we hier een eenvoudige methode, om de conditie van de machine-nauwkeurigheid te controleren, met een 5-vlaks bewerking.

Voorbeeld: Zwenk-Draaitafel A en C-as video impressie: [Klik hier.](#)
(Dit voorbeeld is ontleent aan ons Fanuc programma met vergelijkbare functie G68.2).

Hiervoor wordt het onderstaande controle product van $\square 120 \times 200$ mm in het hart van de draaitafel opgespannen (bijvoorbeeld op een astap/pen van rond 32H7 alternatief centrische spanklem). De bewerkingen programmeren we in de omtrekvlakken met de zwenktafel op A-90°

Bewerkingsvolgde:

1. Bovenkant A+0 C+0
2. Achterkant A-90 C+0
3. Linkerkant A-90 C+90
4. Voorkant A-90 C+180
5. Rechterkant A-90 C+270



Figuur 79 Werkstuk controle freesproef

Vlakfrez met een spaanvolume

Verspanen we een product met een ingestelde voeding V_f dan verwijderen we materiaal. Het volume hiervan is de hoeveelheid metaal dat per minuut wordt afgevoerd. Dit is een belangrijk gegeven, om te beoordelen hoe productief de freesbewerking wordt gerealiseerd.

In een formule wordt dit volume bepaald door de snede-diepte, snede-breedte en voeding:

$$Q = \frac{a_p \times a_e \times V_f}{1000} \text{ cm}^3/\text{min}$$

Q = spaanvolume in cm^3/min

a_p = snede-diepte in mm

a_e = snede-breedte of freesbaan mm

V_f = freesvoeding in mm/min

Voorbeeld:

a_p = 3 mm

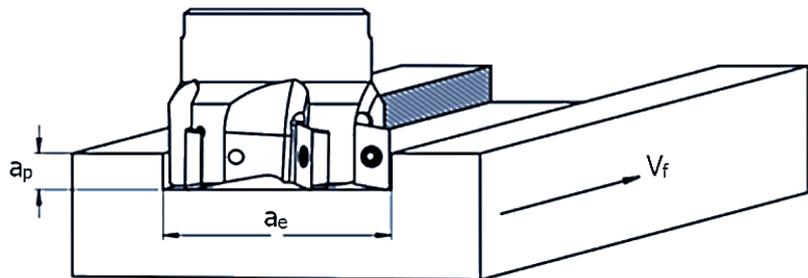
a_e = 45 mm

V_f = 1200 mm/min

$$Q = \frac{a_p \times a_e \times V_f}{1000}$$

$$Q = \frac{3 \times 45 \times 1200}{1000}$$

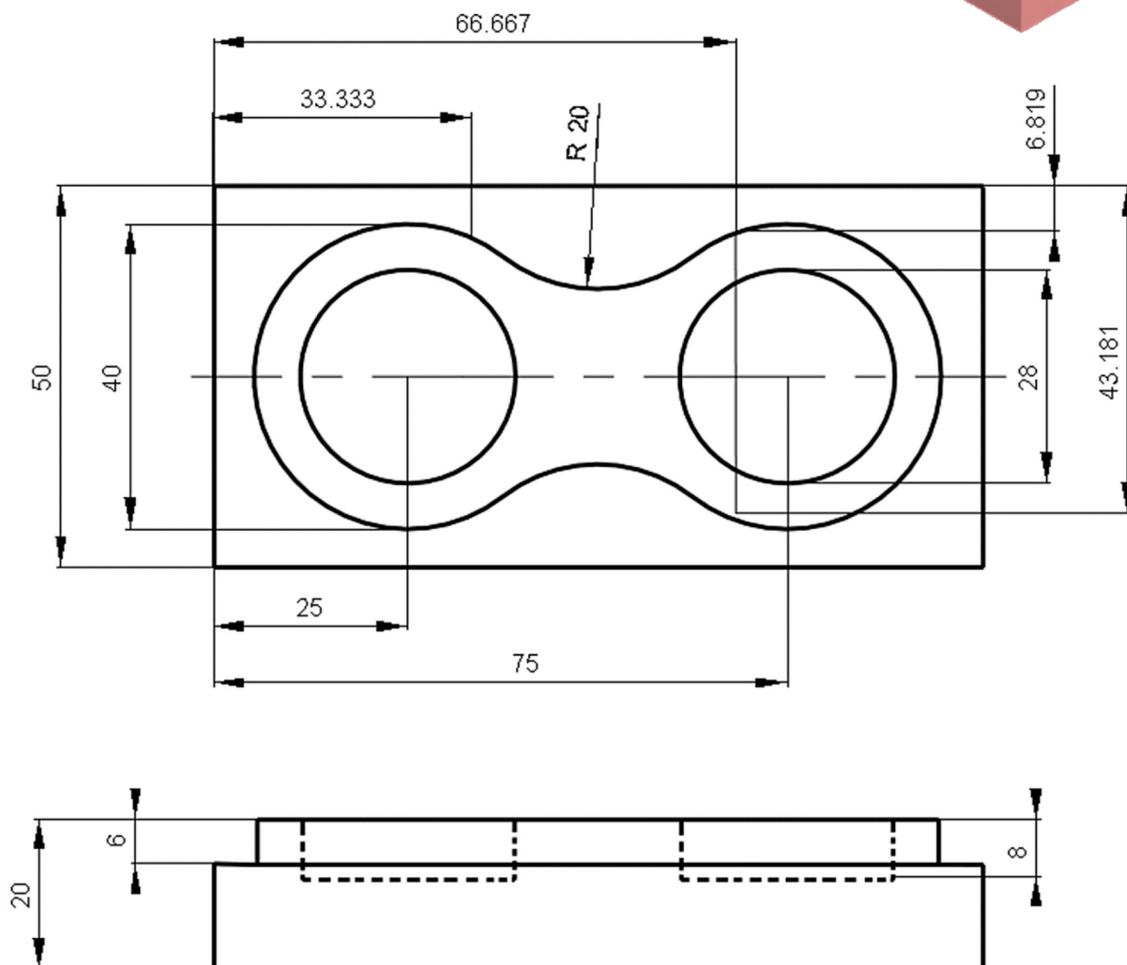
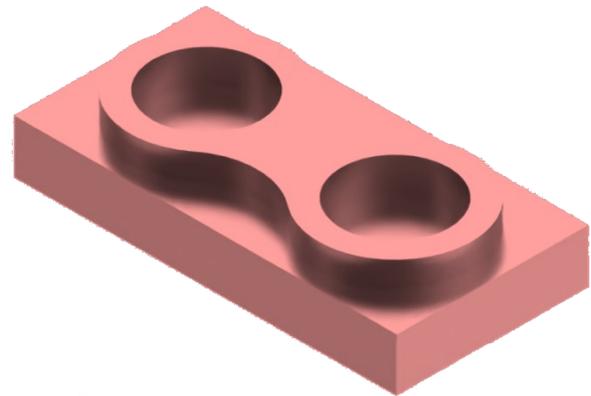
$$Q = 162 \text{ cm}^3/\text{min}$$



Kiest u alternatieven om een bewerking te realiseren, dan is de maatstaf het hoogst haalbare metaal volume dat kan worden verspaand.

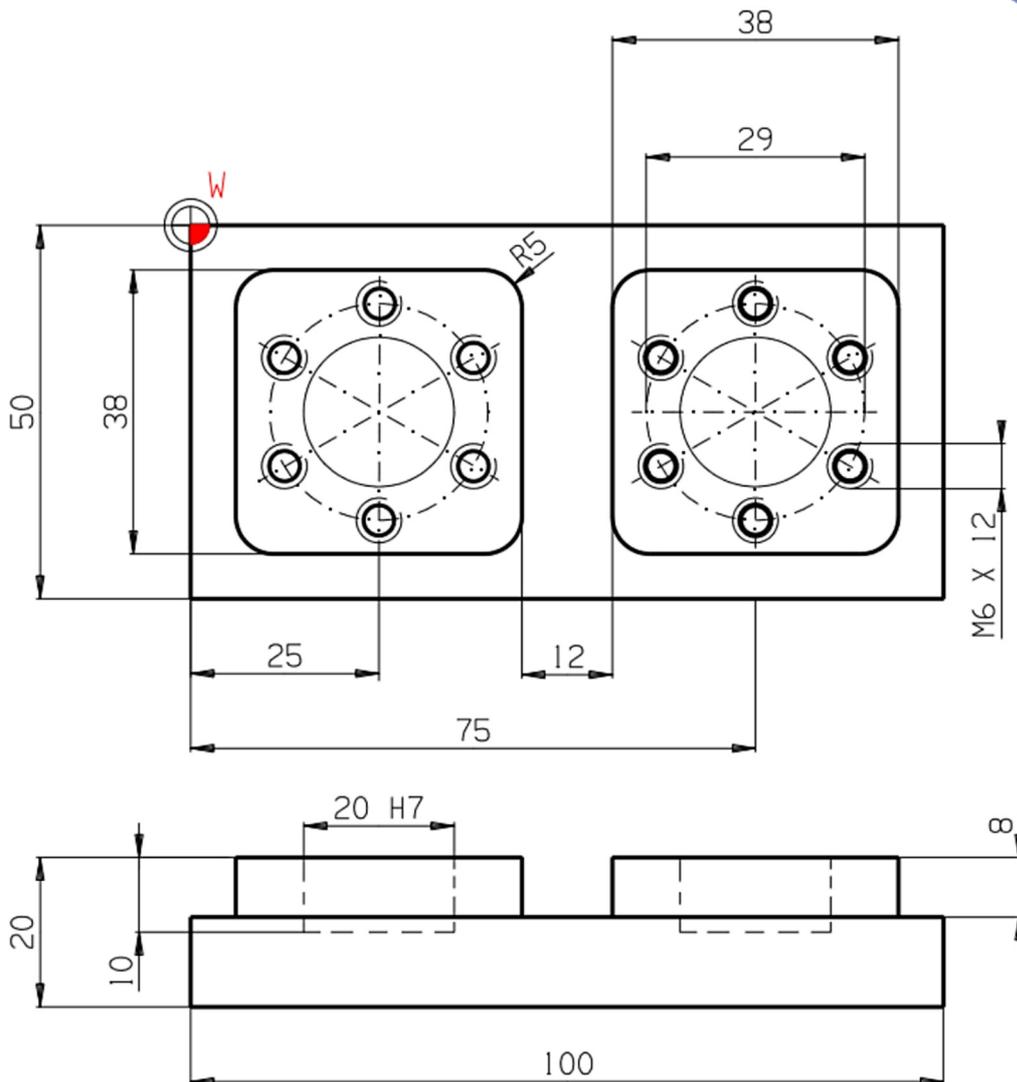
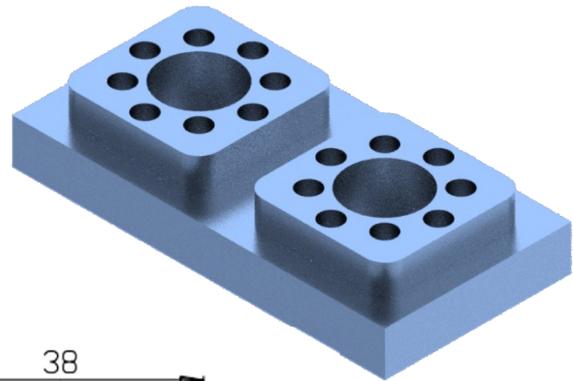
Maatvoering NC2

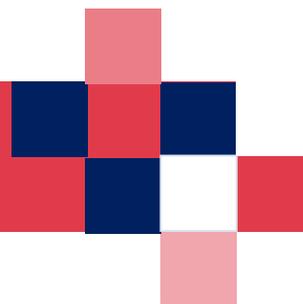
Vervaardig op uw machine dit werkstuk.
Bepaal zelf de boring en diepte toleranties.
Kies nulpunt op de hoek linksboven.



Maatvoering NC8

Vervaardig op uw machine dit werkstuk.





HAAS Instructieboek CNC Frezen

Dit instructieboek vormt een handleiding bij CNC freesbanken met HAAS besturing. Hieruit leert u de functies en mogelijkheden kennen, om de meeste verspaningen te kunnen programmeren en in te stellen.

De CNC-scholingen met het oorspronkelijke dictaat van de auteur, vormde al jarenlang de basis bij ingebruikname van nieuwe en bestaande CNC-freesbanken met allerlei producten en toepassingen, die hij als praktijkopleider in de industrie heeft mogen realiseren.

Met de gegeven uitleg krijgt u snel een overzicht van de opzet, werkwijze en mogelijkheden van HAAS-freesbanken. De verzamelde kennis in dit boek maakt het inwerken op de deze machines in ieder geval een stuk gemakkelijker.

Dit instructieboek kan daarom ook dienen als basisnaslagwerk op de werkplek, bij alle bekende modellen CNC-freesmachines, met hier en daar een aantekening over specifieke verschillen.

De praktische opzet, doormiddel van verklarende teksten met figuren en reële voorbeelden, biedt de basis aan, om ook zelf te oefenen en zo met een CNC-freesbank te leren werken.

De auteur heeft veel van zijn ervaring met diverse machines en gereedschappen verwerkt.

Uitgever: CNC Instructie Buro, Schuurbiërs



ISBN 978-94-90020-01-9

