

Profiel van kwalificatiedossier:

# **Precisietechniek**

## **Crebonr. 23254**

» **Researchinstrumentmaker (Crebonr. 25626)**

Versie

**Gewijzigd 2020**

Geldig vanaf

**01-08-2020**

Opleidingsdomein

**Techniek en procesindustrie (Crebonr. 79020)**

Penvoerder: Sectorkamer techniek en gebouwde omgeving  
Gevalideerd door: Sectorkamer Techniek en Gebouwde Omgeving  
Op: 12-09-2019

## Inhoudsopgave

<b>Leeswijzer</b>	4
<b>Overzicht van het kwalificatiedossier</b>	5
<b>Basisdeel</b>	7
<b>1. Beroepsspecifieke onderdelen</b>	7
<b>B1-K1: Bewerkt materialen</b>	7
B1-K1-W1: Bereidt materiaalbewerkingen voor	8
B1-K1-W2: Maakt de machine productiegereed	9
B1-K1-W3: Voert materiaalbewerkingen uit	9
B1-K1-W4: Meet en controleert het eigen werk	10
B1-K1-W5: Rondt materiaalbewerkingen af	10
B1-K1-W6: Onderhoudt apparatuur	10
<b>2. Generieke onderdelen</b>	12
<b>Profieldeel</b>	13
<b>P4: Researchinstrumentmaker</b>	13
<b>P4-K1: Maakt en test CNC-programma's</b>	13
P4-K1-W1: Bereidt het schrijven van CNC-programma's voor	14
P4-K1-W2: Schrijft CNC-programma's voor materiaalbewerking en stelt CNC-machine in en af	14
P4-K1-W3: Test CNC-programma's	15
P4-K1-W4: Voert CNC-bewerkingen uit	15
P4-K1-W5: Administreert en archiveert productgegevens	16
<b>P4-K2: Produceert onderdelen voor instrumenten</b>	17
P4-K2-W1: Bereidt het maken van onderdelen voor	18
P4-K2-W2: Maakt onderdelen	18
<b>P4-K3: Bouwt en test instrumenten</b>	20
P4-K3-W1: Bereidt het opbouwen en testen van instrumenten voor	21
P4-K3-W2: Bouwt instrumenten op uit onderdelen	21
P4-K3-W3: Test instrumenten	22
P4-K3-W4: Levert instrumenten op	22
<b>P4-K4: Ontwerpt prototypen</b>	23
P4-K4-W1: Analyseert productspecificaties	24
P4-K4-W2: Maakt schetsen en ontwerpt prototypen	25
P4-K4-W3: Bouwt het prototype	25
P4-K4-W4: Test de functionaliteit van het prototype	26

# Leeswijzer

Het kwalificatiedossier voor het middelbaar beroepsonderwijs geeft weer wat de beginnend beroepsbeoefenaar moet kennen en kunnen aan het einde van de mbo-opleiding.

## Opbouw dossier

Dit kwalificatiedossier bevat de kwalificatie-eisen voor één of meerdere mbo-beroepen en bestaat uit:

1. Het **basisdeel** (B), dat gevormd wordt door:
  - a. De beroepsspecifieke onderdelen. Dit betreft gemeenschappelijke kerntaken en werkprocessen voor het gehele kwalificatie - dossier.
  - b. De generieke onderdelen. De generieke onderdelen zijn door de landelijke overheid geformuleerd. Het betreft de onderdelen:  
Nederlandse taal;  
rekenen;  
loopbaan en burgerschap; en  
voor zover het niveau 4 betreft: Engels.

2. Het **profieldeel** (P). Profielen bestaan uit kerntaken (K ) en werkprocessen (W) waarop de kwalificaties in dit kwalificatiedossier van elkaar verschillen.

De beroepsopleiding in het mbo is gebaseerd op een kwalificatie en één of meer **keuzedelen** (D). Keuzedelen hebben tot doel om bovenop de kwalificatie een verdieping of verbreding te leveren bij de toerusting voor de arbeidsmarkt of een extra voorbereiding voor een vervolgopleiding. De beschikbare keuzedelen voor dit kwalificatiedossier zijn te vinden op <https://kwalificatie-mijn.s-bb.nl>. Op deze website staat het overzicht met alle keuzedelen.



## Taal en rekenen

De generieke kwalificatie-eisen voor taal en rekenen zijn benoemd in het basisdeel. Als sprake is van beroepsspecifieke taal- en rekeneisen is dit aangegeven in de kolom 'vakken en vaardigheden'. Daarnaast kan in de kolom 'gedrag' een extra verduidelijking aangegeven zijn hoe deze beroepsspecifieke taal- en rekeneisen worden ingezet in een werkproces.

## Verantwoordingsinformatie

Aanvullende (verantwoordings-)informatie bij dit kwalificatiedossier is te vinden op <https://kwalificatie-mijn.s-bb.nl>. Deze informatie is geen onderdeel van het kwalificatiedossier.

# Overzicht van het kwalificatiedossier

Naam profiel	Mbo-niveau (EQF-niveau)	Beroepsvereisten	Typering van de kwalificatie
P1 Researchinstrumentmaker	4	Nee	middenkaderopleiding

B1-K1 Bewerkt materialen	B1-K1-W1	Bereidt materiaalbewerkingen voor
	B1-K1-W2	Maakt de machine productiegereed
	B1-K1-W3	Voert materiaalbewerkingen uit
	B1-K1-W4	Meet en controleert het eigen werk
	B1-K1-W5	Rondt materiaalbewerkingen af
	B1-K1-W6	Onderhoudt apparatuur

## Profieldeel

De profielen in dit kwalificatiedossier hebben de volgende (specifieke) kerntaken en werkprocessen:

P1	Verspaner
Geen extra kerntaken en werkprocessen	

P2 Allround precisieverspaner			
P2-K1	Maakt en test CNC-programma's	P2-K1-W1	Bereidt het schrijven van CNC-programma voor
		P2-K1-W2	Schrijft CNC-programma's voor materiaalbewerking en stelt CNC-machines in en af
		P2-K1-W3	Test CNC programma's voor materiaalbewerking
		P2-K1-W4	Voert CNC-bewerkingen uit
		P2-K1-W5	Administreert en archiveert productgegevens
P2-K2	Produceert onderdelen	P2-K2-W1	Bereidt het maken van onderdelen voor
		P2-K2-W2	Maakt onderdelen

P3      Instrumentmaker			
P3-K1	Maakt en test CNC programma's	P3-K1-W1	Bereidt het schrijven van CNC programma's voor
		P3-K1-W2	Schrijft CNC-programma's voor materiaalbewerking en stelt CNC-machine in en af
		P3-K1-W3	Test CNC-programma's
		P3-K1-W4	Voert CNC-bewerkingen uit
		P3-K1-W5	Administreert en archiveert productgegevens
P3-K2	Produceert onderdelen voor instrumenten	P3-K2-W1	Bereidt het maken van onderdelen voor
		P3-K2-W2	Maakt onderdelen
P3-K3	Bouwt en test instrumenten	P3-K3-W1	Bereidt het bouwen en testen van instrumenten voor

P3 Instrumentmaker		
	P3-K3-W2	Bouwt instrumenten op uit onderdelen
	P3-K3-W3	Test instrumenten
	P3-K3-W4	Lever het instrument op

P4 Researchinstrumentmaker		
P4-K1 Maakt en test CNC-programma's	P4-K1-W1	Bereidt het schrijven van CNC-programma's voor
	P4-K1-W2	Schrijft CNC-programma's voor materiaalbewerking en stelt CNC-machine in en af
	P4-K1-W3	Test CNC-programma's
	P4-K1-W4	Voert CNC-bewerkingen uit
	P4-K1-W5	Administreert en archiveert productgegevens
P4-K2 Produceert onderdelen voor instrumenten	P4-K2-W1	Bereidt het maken van onderdelen voor
	P4-K2-W2	Maakt onderdelen
P4-K3 Bouwt en test instrumenten	P4-K3-W1	Bereidt het opbouwen en testen van instrumenten voor
	P4-K3-W2	Bouwt instrumenten op uit onderdelen
	P4-K3-W3	Test instrumenten
	P4-K3-W4	Lever instrumenten op
P4-K4 Ontwerpt prototypen	P4-K4-W1	Analyseert productspecificaties
	P4-K4-W2	Maakt schetsen en ontwerpt prototypen
	P4-K4-W3	Bouwt het prototype
	P4-K4-W4	Test de functionaliteit van het prototype

P5 Verspaningstechnoloog		
P5-K1 Analyseert de maakbaarheid van het product en adviseert	P5-K1-W1	Overlegt en geeft advies
	P5-K1-W2	Stelt een productieplan op op basis van de order
P5-K2 Optimaliseert het productieproces	P5-K2-W1	Houdt actuele kennis van verspaningstechnieken bij
	P5-K2-W2	Doet verbetervoorstellen ten aanzien van het productieproces
	P5-K2-W3	Implementeert verbeteringen in het productieproces
P5-K3 Maakt en test CNC-programma's voor (24/7) productie	P5-K3-W1	Bereidt het schrijven van CNC-programma's voor (24/7) productie voor
	P5-K3-W2	Schrijft nieuwe CNC-programma's voor (24/7) productie
	P5-K3-W3	Test CNC-programma's voor (24/7) productie en archiveert productiegegevens
	P5-K3-W4	Voert CNC-bewerkingen uit voor (24/7) productie

# Basisdeel

## 1. Beroepsspecifieke onderdelen

### Typering van de beroepengroep

#### Context

De werkzaamheden van de beroepsbeoefenaar worden over het algemeen in een werkplaats of in een cleanroom binnen het bedrijf uitgevoerd. Hij wordt aangetroffen bij bedrijven die onderdelen produceren voor onder andere de machinebouw, offshore, Aerospace en defensie. Ook wordt de beroepsbeoefenaar aangetroffen bij bedrijven die onderdelen produceren voor de transport- en logistieke sector (automotive, scheeps-, lucht- en ruimtevaartindustrie), agro/food, hightech, elektrotechnische-, medische en optische industrie. Precisietechniek is een samenspel van product, vakmanschap, techniek en ICT, waarbij nauwkeurigheid voorop staat. In de precisietechniek spelen ICT en moderne machines een belangrijke rol in continu productieprocesverbetering en in de productie van hightech producten. Daarbij wordt statische proces controle toegepast om uitgebreide productiemetingen om te zetten naar "in-proces control".

#### Typerende beroepshouding

In het werk van de beroepsbeoefenaar zijn diverse houdingsaspecten van belang: nauwkeurigheid, planmatig werken en zorgvuldigheid. Hij heeft ruimtelijk en wiskundig inzicht en kan het gehele productieproces overzien. Dit is essentieel bij nagenoeg alle werkzaamheden van de beroepsbeoefenaar. Hij moet rustig, bedachtzaam en geconcentreerd kunnen werken. Er worden hoge eisen gesteld aan maatvoering, kwaliteit en toleranties ten aanzien van producten die hij maakt. Hij is kwaliteitsbewust en kan goed communiceren over zijn vak met derden. Hij heeft een kritische houding tegen zijn eigen werk en dat van zijn collega's en hij is alert op fouten en afwijkingen tijdens de werkzaamheden. Ten behoeve van het samenwerken met collega's zijn sociale en communicatieve vaardigheden van belang. Tevens moet hij tijdens en na afronding van de werkzaamheden de noodzakelijke informatie op een heldere wijze overdragen aan alle betrokkenen. Hij heeft een leergierige houding bij de uitvoering van zijn werkzaamheden in de precisietechniek.

#### Resultaat van de beroepengroep

Het resultaat van het beroep zijn moderne producten die uiterst nauwkeurig functioneren. Het betreft producten zoals gereedschappen, apparaten, instrumenten van ferro- en non-ferro materialen, maar ook van kunststoffen. Deze producten kunnen in complexiteit en variëren en kunnen bestaan uit enkelvoudige of samengestelde onderdelen.

### B1-K1: Bewerkt materialen

#### Complexiteit

De beroepsbeoefenaar werkt volgens standaard werkwijzen. Hij maakt in beperkte mate gebruik van algemene basiskennis en vaardigheden op het gebied van verspanende technieken. Omdat werkzaamheden zowel repeterend als niet repeterend kunnen zijn, moet hij rustig, bedachtzaam en geconcentreerd kunnen werken. Anderzijds heeft hij te maken met de noodzaak om efficiënt en onder tijdsdruk te produceren vanwege stringente levertijden. De beroepsbeoefenaar heeft te maken met een diversiteit van te bewerken materialen, toe te passen (span)middelen, machines en bewerkingstechnieken. Hij voert bewerkingen uit met verschillende soorten gereedschappen en machines, waarbij hij de opgelegde kwaliteitseisen realiseert. Ook moet de beroepsbeoefenaar flexibel zijn binnen de scope van zijn werkzaamheden. Hij moet de machine kunnen inrichten met de noodzakelijke middelen. Tot slot moet hij opgelegde plaats- en vorm toleranties en kwaliteitseisen vaktechnisch consistent en betrouwbaar realiseren. Fouten in de productie kunnen ertoe leiden dat levertijden niet gehaald worden, verlies aan manuren en materialen en afkeur door klanten.

#### Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid

De beroepsbeoefenaar werkt zelfstandig onder supervisie en is verantwoordelijk voor de kwaliteit van zijn eigen werk. Hij is verantwoordelijk voor zijn eigen veiligheid en is verplicht de voorgeschreven veiligheidsmiddelen te gebruiken. Wanneer hij onveilige situaties ontdekt, meldt hij deze bij zijn collega's en/of leidinggevende. Hij werkt volgens Arbo-regels en geldende bedrijfsregels ten aanzien van veiligheid, welzijn en milieu. De eindverantwoordelijkheid ligt bij zijn leidinggevende die de voortgang bewaakt en controleert of het werk voldoet aan de kwaliteitseisen.

## B1-K1: Bewerkt materialen

### Vakkennis en vaardigheden

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- heeft basiskennis van automatische systemen
- heeft basiskennis van besturingssystemen
- heeft basiskennis van CNC-programmering
- heeft basiskennis van het werkveld van het beroep
- heeft basiskennis van ICT-toepassingen bij precisietechniek
- heeft basiskennis van machine-instellingen voor het bewerken van ferro en non-ferro materialen, kunststoffen e.a.
- heeft basiskennis van materialen en middelen voor het schoonmaken van de producten en werkplek
- heeft kennis van CNC-programmering (G- en M-codes)
- heeft kennis van één of meer programmeertalen voor CNC-programmering
- heeft kennis van het bewerken van materialen voor precisietechniek
- heeft kennis van relevante gereedschappen
- heeft kennis van vaktheorie en verspaningscondities
- heeft kennis van wiskunde, rekenen, goniometrie
- kan (eenvoudig) onderhoudstechnieken toepassen op verspaningsmachines voor dagelijks onderhoud
- kan afbreukrisico's voor en tijdens de werkzaamheden inschatten
- kan beperkt onderhoudstechnieken toepassen op bewerkingsmachines
- kan een verspaningsmachine (meerassige bewerkingen) instellen
- kan eenvoudige storingen in het productieproces verhelpen
- kan feedback geven en ontvangen
- kan gereedschappen handmatig en machinaal bevestigen, installeren en afstellen
- kan ICT-vaardigheden die relevant zijn voor verspaning toepassen
- kan meetmethoden toepassen en vorm- en plaatstoleranties beoordelen
- kan met automatische systemen werken
- kan omgaan met verschillende culturen
- kan op basis van specifieke kwaliteitseisen fouten aan het product herkennen
- kan relevante arbo-, veiligheids- en milieuregels en bedrijfsvoorschriften toepassen
- kan samenwerken in een team
- kan technische tekeningen en schema's lezen, interpreteren en analyseren
- kan vastgestelde procedures en protocollen uitvoeren
- kan verbeteringen in het bewerkingsproces benoemen
- kan verschillende geometrische meetinstrumenten gebruiken, zoals schuifmaat, micrometer, 3D meetmachine (voor het meten en controleren en meten van het eigen werk)
- kan verspaningscondities en gereedschapsbanen berekenen
- kan werken met minstens één programma voor in- en afstellen van een CNC-machine
- kan werken met programma's voor in- en afstellen van een verspaningsmachine
- kan werktekeningen begrijpen

## B1-K1-W1: Bereidt materiaalbewerkingen voor

### Omschrijving

De beroepsbeoefenaar ontvangt de werkopdracht van de leidinggevende of haalt de opdracht digitaal op uit het productiedata systeem. Ter voorbereiding op de bewerking van materialen leest en interpreteert hij de opdrachten, werktekeningen en schetsen. Hij overlegt met zijn leidinggevende over de uit te voeren werkzaamheden, planning, werkwijze en te vervaardigen product of productonderdelen. Hij lost productietechnische vraagstukken op in overleg met anderen en maakt een uitvoeringsplan voor eigen werkzaamheden. Binnen de aangegeven kaders bepaalt hij zijn eigen werkvolgorde en werkwijze. Hij controleert de te gebruiken materialen of het aangeleverde (deel)product op beschadigingen, maatvoering, materiaalsoort en vervangt beschadigde materialen. Hij bepaalt de bewerkingscondities en parameters conform de opdracht.

### Resultaat

De te gebruiken materialen zijn gecontroleerd en voorbereid voor bewerking.



#### B1-K1-W1: Bereidt materiaalbewerkingen voor

##### Gedrag

De beroepsbeoefenaar overlegt met de leidinggevende over de uit te voeren werkzaamheden en planning en bepaalt de werkvolgorde en werkwijze conform de opdracht rekening houdend met arbo-, veiligheid- en milieuregels. Hij bepaalt aan de hand van de beschikbare informatie en de werkopdracht de bewerkingscondities. Hij controleert zorgvuldig de te gebruiken materialen of aangeleverde werkstuk en gereedschappen. Hij plant zijn eigen werkzaamheden en houdt rekening met het totaalplan en mogelijke knelpunten en lost productietechnische vraagstukken op tijd op. De onderliggende competenties zijn: Samenwerken en overleggen, Vakdeskundigheid toepassen, Materialen en middelen inzetten, Plannen en organiseren

#### B1-K1-W2: Maakt de machine productiegereed

##### Omschrijving

De beroepsbeoefenaar maakt de machine klaar voor productie. Hij stelt de machine in en af, test de werking door een proefbewerking of proefsnede uit te voeren. Als de proefbewerking of proefsnede daartoe aanleiding geeft, beslist de beroepsbeoefenaar welke in- en afstellingen van de machine hij moet aanpassen, en op welke wijze (handmatig en/of digitaal. Hij past de instellingen aan totdat het gewenste resultaat is bereikt.

##### Resultaat

De machine is in- en afgesteld en klaar voor het verrichten van nodige bewerkingen.

##### Gedrag

De beroepsbeoefenaar stelt de te gebruiken machine vlot en precies in en af en voert een proefbewerking uit en optimaliseert de afstellingen van de machine aan de hand van de proefbewerking. Hij gebruikt materialen en middelen efficiënt voor het juiste doel en draagt goed zorg voor deze. Hij stelt de machine in en af volgens tekeningen, geldende kwaliteitsnormen, arbo-, veiligheid- en milieuregels.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Materialen en middelen inzetten, Instructies en procedures opvolgen

#### B1-K1-W3: Voert materiaalbewerkingen uit

##### Omschrijving

De beroepsbeoefenaar bewerkt diverse materialen. Hij programmeert/bedient de benodigde machines en voert daarmee alle voorkomende materiaalbewerkingen uit. Hij bewaakt de uitvoering van het bewerkingsproces aan de hand van uiteenlopende parameters en meetwaarden. Hij meet en controleert tussentijds het bewerkte materiaal op maatvoering en voortgang. Afhankelijk van de tussentijdse meetresultaten stopt hij het bewerkingsproces en stelt hij het programma en/of de machine bij totdat de gewenste specificaties zijn bereikt. Hij haalt het bewerkte materiaal aan het eind van het bewerkingsproces van de machine.

##### Resultaat

Het materiaal is op maat bewerkt en van de machine gehaald.

##### Gedrag

De beroepsbeoefenaar toont zijn vakmanschap en bewerkt het materiaal door de benodigde machines te bedienen/programmeren, het bewerkingsproces te bewaken en te zorgen dat eind meetresultaten binnen de specificaties blijven. Hij gebruikt materialen en middelen efficiënt en effectief tijdens de bewerking van het materiaal. Hij bewerkt het materiaal systematisch door dit af te wisselen met tussentijdse metingen en zorgt dat het eindresultaat voldoet aan de kwaliteitseisen.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Materialen en middelen inzetten, Kwaliteit leveren

#### B1-K1-W4: Meet en controleert het eigen werk

##### Omschrijving

De beroepsbeoefenaar meet en controleert het bewerkte materiaal op maatvoering, oppervlakteruwheid en vormenplaatstoleranties. Hij maakt gebruik van verschillende meetinstrumenten en hanteert meetinstrumenten en meetmethoden. Hij legt de meetresultaten vast in een meetrapport of stuurt het product door naar de meetkamer voor controle.

##### Resultaat

Het bewerkte materiaal is gecontroleerd en de meetresultaten zijn vastgelegd.

##### Gedrag

De beroepsbeoefenaar controleert het bewerkte materiaal op nauwkeurigheid in relatie tot de kwaliteitseisen, door het zorgdelijk uitvoeren van specifieke metingen.

Hij gebruikt verschillende meetinstrumenten gericht en doeltreffend om het eindresultaat te controleren en zorgt dat de gemeten waarden betrouwbaar zijn.

Hij legt de meetresultaten vast volgens vastgestelde procedures, protocollen en geldende bedrijfsregels.

De onderliggende competenties zijn: Materialen en middelen inzetten, Kwaliteit leveren, Instructies en procedures opvolgen

#### B1-K1-W5: Rondt materiaalbewerkingen af

##### Omschrijving

De beroepsbeoefenaar stopt de machine, ontdoet de machine van (snij)gereedschappen en maakt de machine schoon. Hij legt de gebruikte instellingen en hulpmiddelen vast (bij complexe of mogelijk terugkerende orders) en archiveert gebruikte werktekeningen en schetsen in (digitale) bestanden voor hergebruik. Hij maakt de machine klaar voor een volgende bewerkingsproces en zorgt voor de proces- en productadministratie.

##### Resultaat

De materiaalbewerking is uitgevoerd en de machine klaar gemaakt voor een volgend bewerkingsproces.

##### Gedrag

De beroepsbeoefenaar bergt alle snijgereedschappen veilig op volgens bedrijfsregels.

Hij archiveert de werktekeningen en schetsen volgens geldende bedrijfsprocedures.

Hij zorgt dat de gebruikte instellingen duidelijk en op tijd beschikbaar zijn voor hergebruik.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Materialen en middelen inzetten, Instructies en procedures opvolgen

#### B1-K1-W6: Onderhoudt apparatuur

##### Omschrijving

De beroepsbeoefenaar stelt de machine buiten bedrijf ten behoeve van eenvoudig preventief (standaard) onderhoud. Hij reinigt en smeert de machine en voert controles en metingen uit om onregelmatigheden te kunnen constateren en te verhelpen. Hij vult, indien vereist, meetrapporten in en houdt de onderhoudsstaat van de machine bij.

##### Resultaat

Onderhoud aan de machine is uitgevoerd en de onderhoudsstaat is bijgehouden.

##### Gedrag

De beroepsbeoefenaar overlegt tijdig met zijn leidinggevende over de uit te voeren onderhoudswerkzaamheden. Hij voert op adequate wijze metingen uit aan de machine ten behoeve van preventief onderhoud.

#### B1-K1-W6: Onderhoudt apparatuur

Hij volgt voorgeschreven onderhoudsprocedures en -instructies op en legt de meetwaarden vast in een meetrapport.

De onderliggende competenties zijn: Samenwerken en overleggen, Formuleren en rapporteren, Vakdeskundigheid toepassen, Instructies en procedures opvolgen

## 2. Generieke onderdelen

Elke kwalificatie kent - naast (beroepsgerichte) specifieke kwalificatie-eisen - ook generieke kwalificatie-eisen.

### Nederlandse taal

Het generieke examenonderdeel Nederlandse taal maakt deel uit van elke kwalificatie in dit kwalificatiedossier. De referentieniveaus en de kwalificatie-eisen voor dit generieke onderdeel zijn opgenomen in bijlage 1 bij het Besluit referentieniveau Nederlandse taal en rekenen. Deze bijlage is te vinden op <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027879> en vormt integraal onderdeel van het kwalificatiedossier.

### Rekenen

Het generieke examenonderdeel rekenen maakt deel uit van elke kwalificatie in dit kwalificatiedossier. De referentieniveaus en de kwalificatie-eisen voor dit generieke onderdeel zijn opgenomen in de bijlagen 2 en 3 bij het Besluit referentieniveaus Nederlandse taal en rekenen. Deze bijlage is te vinden op <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027879> en vormt integraal onderdeel van het kwalificatiedossier.

### Loopbaan en burgerschap

Het generieke examenonderdeel loopbaan en burgerschap maakt deel uit van elke kwalificatie in dit kwalificatiedossier. De kwalificatie-eisen voor dit generieke onderdeel zijn opgenomen in bijlage 1 bij het Examen- en kwalificatiebesluit beroepsopleidingen WEB. Deze bijlage is te vinden op <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027963> en vormt integraal onderdeel van het kwalificatiedossier.

### Engels (alleen voor niveau 4)

Het generieke examenonderdeel Engels maakt deel uit van elke kwalificatie op mbo-niveau 4 in dit kwalificatiedossier. De referentieniveaus en de kwalificatie-eisen voor dit generieke onderdeel zijn opgenomen in bijlage 2 bij het Examen- en kwalificatiebesluit beroepsopleidingen WEB. Deze bijlage is te vinden op <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027963> en vormt integraal onderdeel van het kwalificatiedossier.

# Profieldeel

## P4 Researchinstrumentmaker

### Mbo-niveau

4

### Typering van het beroep

De researchinstrumentmaker werkt zowel met conventionele als met CNC meerassige bewerkingsmachines. De researchinstrumentmaker maakt complexe, samengestelde en eenvoudige producten. Hij maakt daarbij gebruik van verschillende bewerkingstechnieken aan een verscheidenheid van materialen. Zijn werkzaamheden hebben een multidisciplinair karakter. Hij werkt zelfstandig, geconcentreerd, systematisch en creatief. Hij beschikt over innovatief vermogen, is handvaardig en heeft een goed ruimtelijk inzicht. Hij werkt vaak in teams met academisch geschoolde onderzoekers, kan met hen vakinhoudelijk communiceren zowel in de Nederlandse taal als in Engels en is in staat de hem voorgelegde uitdagingen en problemen te analyseren. Vervolgens is hij in staat het voorgelegde probleem om te zetten in een daadwerkelijke constructie en deze te testen op functionaliteit. Verder is hij flexibel inzetbaar en heeft hij aandacht voor het milieu en duurzaamheid.

### Beroepsvereisten

Nee

## P4-K1 Maakt en test CNC-programma's

### Complexiteit

De researchinstrumentmaker heeft bij het maken van CNC-programma's een brede systeemkennis en creatief denken nodig die hij combineert met specialistische kennis en vaardigheden over meerdere disciplines die hij moet overzien. De aard van de werkzaamheden bestaan voornamelijk uit niet-routinematige handelingen. De complexiteit van de werkzaamheden van de researchinstrumentmaker bij het maken en testen van de CNC-programma's wordt onder andere bepaald door het te hanteren CNC-besturingssysteem, de eigenschappen van het te bewerken (hoogwaardig) divers materiaal, die verschillen voor bijvoorbeeld metalen, keramische of composiet materialen, de keuze van de meest optimale bewerkingstechniek, de methoden en technieken voor de te gebruiken spanmiddelen, de keuze van de bewerkingscondities, die afhangen van de eisen voor geometrie, afmetingen, toleranties, kwaliteit en duurzaamheid.

### Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid

De researchinstrumentmaker voert zijn werkzaamheden uit in opdracht van en in overleg met zijn leidinggevende. Hij coördineert, en voert zijn werkzaamheden uit, zonder tussentijds afleggen van verantwoording aan de leidinggevende. Hij is verantwoordelijk voor de kwaliteit van zijn werk en draagt oplossingen aan voor problemen die zich voordoen tijdens de uitvoering van zijn werkzaamheden, voor zover die vallen binnen zijn vakgebied.

### Vakkennis en vaardigheden

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- heeft brede en specialistische kennis van theorieën en methoden met betrekking tot het maken van researchinstrumenten
- heeft brede kennis op het gebied van CNC-programmering
- heeft brede kennis op het gebied van geometrische meetkunde
- heeft brede kennis op het gebied van precisietechniek
- heeft brede kennis op het gebied van verspanende en niet verspanende technieken (bewerkingstechnieken)
- heeft brede kennis van programmering van CNC-bewerkingsmachines en de daaraan verbonden instellingen van de machines
- heeft brede kennis van relevante ICT-toepassingen bij precisietechniek
- heeft kennis op het gebied van het bewerken van materialen voor precisietechniek
- heeft kennis op het gebied van verspanende technieken
- heeft kennis van bedrijfsprocedures en archiveringssystemen
- heeft kennis van computer besturingssystemen van de machine
- heeft kennis van het bewerken van materialen voor precisietechniek

#### P4-K1 Maakt en test CNC-programma's

- heeft kennis van machine-instellingen voor het bewerken van ferro en non-ferro materialen en kunststoffen en keramische materialen
- heeft kennis van paprieloos produceren (3D CAD)
- heeft kennis van persoonlijke beschermingsmiddelen
- heeft kennis van programmering van CNC-bewerkingsmachines en de daaraan verbonden instellingen van de machines
- heeft kennis van slim produceren in de precisietechniek, bijvoorbeeld: 5S/lean/agile
- kan berekeningen maken op basis van tabellen en handboeken om de verspaningscondities en parameters te bepalen
- kan bij afwijkingen of storingen de machine stilzetten en de storingen oplossen
- kan een CNC-bewerkingsmachine instellen
- kan een conventionele verspaningsmachine ( draaibanken en freesbanken) bedienen
- kan kwaliteitsnormen toepassen
- kan meet- en controle-instrumenten toepassen (meetmachines)
- kan meetmethoden toepassen en vorm- en plaatstoleranties beoordelen
- kan problemen analyseren van het gehele productieproces en maatregelen nemen om de problemen te verhelpen
- kan programmeren met tenminste één High-end CAM pakket
- kan relevante arbo-, veiligheids- en milieuregels en bedrijfsvoorschriften toepassen
- kan technische documentatie en instructies in Engels toepassen
- kan technische tekeningen en schema's lezen, interpreteren en analyseren
- kan teken-software toepassen
- kan vastgestelde procedures en protocollen uitvoeren
- kan verschillende bewerkingstechnieken toepassen voor een verscheidenheid aan materialen
- kan verschillende conventionele en niet-conventionele bewerkingstechnieken toepassen
- kan verschillende geometrische meetinstrumenten gebruiken, zoals schuifmaat, micrometer, 3D meetmachine (voor het meten en controleren en meten van het eigen werk)

#### P4-K1-W1 Bereidt het schrijven van CNC-programma's voor

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker bereidt het maken van het CNC-programma voor. Hij overlegt met de leidinggevende/de klant/opdrachtgever over het te vervaardigen product of productonderdelen. Hij verzamelt alle relevante gegevens, tekeningen en documentatie in Nederlands en Engels voor het schrijven van het CNC-programma. Hij leest en interpreteert de gegevens zodat hij een duidelijk beeld heeft van wat hij moet maken. Hij vertaalt productietechnische vraagstukken in een uitvoeringsplan van meerdere geschreven CNC-programma's voor verschillende CNC-machines en bewerkingen.

##### Resultaat

Een duidelijk uitvoeringsplan voor het te schrijven CNC-programma in relatie tot het product.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker overlegt tijdig met zijn leidinggevende over de te vervaardigen producten, planning en werkwijze en bereidt zich voor op het schrijven van een CNC-programma voor de te vervaardigen producten.

Hij maakt effectief gebruik van zijn technisch inzicht, probleemoplossend vermogen en CAM-systeem.

Hij maakt aan de hand van verkregen informatie een duidelijk uitvoeringsplan voor een CNC-programma voor uiteenlopende CNC-machines.

De onderliggende competenties zijn: Plannen en organiseren, Samenwerken en overleggen, Vakdeskundigheid toepassen

#### P4-K1-W2 Schrijft CNC-programma's voor materiaalbewerking en stelt CNC-machine in en af

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker schrijft aan de hand van verkregen informatie een CNC-programma voor uiteenlopende materiaalbewerkingen aan een CNC-machine. Hij programmeert in de programmeertaal van de

#### P4-K1-W2 Schrijft CNC-programma's voor materiaalbewerking en stelt CNC-machine in en af

machine. Hij maakt hiervoor gebruik van een CAM-systeem en/of relevante apps. Aan de hand van de specificaties stelt hij de CNC-machine in en af voor materiaalbewerking (proefbewerking).

##### Resultaat

Een op maat geschreven CNC-programma voor uiteenlopende materiaalbewerkingen aan de CNC-machine.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker maakt gebruik van zijn technisch inzicht, zijn gevoel voor ruimte en richting en kennis van een CAM-systeem/relevante apps, bij het schrijven van een CNC-programma voor de CNC-machine.

Hij analyseert nauwkeurig de verkregen informatie in relatie tot de specificaties en het gewenste resultaat.

Hij stelt de machine correct in en af voor een proefbewerking volgens bedrijfsprocedures.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Instructies en procedures opvolgen, Analyseren

#### P4-K1-W3 Test CNC-programma's

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker test de werking van het programma middels een grafische simulatie. Hij beoordeelt het bewerkingsproces en de kwaliteit van de uitgevoerde bewerkingen. Als de simulatie daartoe aanleiding geeft, wijzigt hij het programma, in overleg met zijn leidinggevende tot dat het gewenste resultaat is bereikt.

##### Resultaat

Een CNC-programma dat is getest en voldoet aan de programma-eisen.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker gebruikt vakkundig zijn technisch inzicht tijdens het testen, bijstellen en gebruiksklaar maken van het CNC-programma.

Hij raadpleegt tijdig zijn leidinggevende over het wijzigen van het CNC-programma en zorgt dat hij voldoende informatie heeft om de wijziging in het CNC-programma te kunnen uitvoeren.

Hij test het CNC-programma systematisch, accuraat en met de juiste testmethode.

De onderliggende competenties zijn: Samenwerken en overleggen, Vakdeskundigheid toepassen, Kwaliteit leveren

#### P4-K1-W4 Voert CNC-bewerkingen uit

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker vervaardigt met behulp van CNC-machines, producten van ferro- en non-ferromaterialen. Hij bedient de benodigde machines en voert daarmee alle voorkomende (verspanende en niet verspanende)materiaalbewerkingen uit. Hij bewaakt de uitvoering van het bewerkingsproces aan de hand van uiteenlopende parameters. Hij meet en controleert tussentijds het product op maatvoering en voortgang. Afhankelijk van de tussentijdse meetresultaten stopt hij het CNC-bewerkingsproces en stelt hij het programma en/of de machine bij totdat de gewenste specificaties zijn bereikt. Hij haalt het product aan het eind van het bewerkingsproces van de machine.

##### Resultaat

Een product dat met behulp van een CNC-machine is vervaardigd en voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker start en bewaakt het bewerkingsproces en bewerkt het materiaal gefaseerd met de benodigde machines.

Hij gebruikt materialen en middelen efficiënt en zorgt dat geen materiaal onnodig wordt verbruikt en omspanning tot een minimum beperkt wordt bij het vervaardigen van de producten.

#### P4-K1-W4 Voert CNC-bewerkingen uit

Hij controleert het materiaal systematisch volgens vooraf ingestelde meetpunten en tussentijdse metingen en zorgt dat het eindproduct voldoet aan de kwaliteitseisen.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Materialen en middelen inzetten, Kwaliteit leveren

#### P4-K1-W5 Administreert en archiveert productgegevens

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker controleert alle gegevens van het programma voordat hij deze installeert in de besturing van de CNC-machine en opslaat. Hij controleert de productgegevens en de CNC-machine in- en afstellingen. De researchinstrumentmaker archiveert het CNC-programma met bijbehorende machineparameters voor hergebruik.

##### Resultaat

Het CNC-programma en productgegevens zijn gearcheveerd.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker controleert, verwerkt en rapporteert nauwkeurig alle programma gegevens en zorgt dat de kennis wordt gedeeld en geborgen.

Hij gebruikt zijn technisch inzicht, zijn kennis van kwaliteitsnormen en een CAM-systeem bij de controle van de productgegevens van het CNC-programma.

Hij archiveert het CNC-programma en de productgegevens volgens voorgeschreven procedures.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Instructies en procedures opvolgen, Formuleren en rapporteren



### Complexiteit

De researchinstrumentmaker heeft bij het produceren van onderdelen voor instrumenten een brede systeemkennis en creatief denken nodig die hij combineert met specialistische kennis en vaardigheden over meerdere disciplines die hij moet overzien. Het gaat om niet-routinematige werkzaamheden met een wisselende karakter.

De complexiteit van het werk van de researchinstrumentmaker bij het produceren van instrumenten wordt onder andere bepaald door het nieuwe en experimentele karakter van zijn werkzaamheden waardoor hij niet kan terugvallen op routine. De vereiste inventiviteit voor het bepalen en uitvoeren van bewerkingstechnieken en de volgorde om het beste resultaat (qua kwaliteit, tijd en kosten) te bewerkstelligen en de beheersing van een veelvoud van bewerkingen van verschillende (nieuwe) materialen met de vereiste combinaties en de hoge eisen ten aanzien van maatvoering en nauwkeurigheid zijn een aantal complicerende factoren voor de researchinstrumentmaker.

Het veelal uniciteit van het te produceren instrument of proefopstelling, de combinatie van verspanende technieken, te gebruiken CNC- en conventionele machines en gereedschappen, methoden, technieken en toe te passen (span)middelen, toleranties, kwaliteitseisen en duurzaamheid in relatie tot de geometrie en afmeting van het werkstuk bepalen de complexiteit.

### Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid

De researchinstrumentmaker heeft een onderzoekende, probleemoplossende, adviserende en een vaktechnisch uitvoerende rol. Hij voert werkzaamheden uit in opdracht van zijn leidinggevende en overlegt met hem en de opdrachtgever/klant. Hij voert zijn werk uit zonder tussentijds verantwoording af te leggen aan zijn leidinggevende. Hij coördineert zijn eigen werkzaamheden. Hij is verantwoordelijk voor de kwaliteit van zijn eigen werk en uitbesteed werk uitgevoerd door derden. Hij is ook verantwoordelijk voor het onderzoeken en het aandragen van technische oplossingen en verbeteringen aan het ontwerp en voor probleemstellingen binnen zijn vakrichting. De eindverantwoordelijke is de leidinggevende. Hij voert ook de eindcontrole uit aan de hand van de specificaties welke zijn gesteld door de opdrachtgever/klant.

### Vakkennis en vaardigheden

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- heeft brede en specialistische kennis van materialen en bewerkingsmogelijkheden van materialen
- heeft brede en specialistische kennis van theorieën en methoden met betrekking tot het maken van researchinstrumenten
- heeft brede kennis op het gebied van het bewerken van materialen voor precisietechniek en optiek
- heeft brede kennis op het gebied van precisietechniek
- heeft brede kennis op het gebied van verspanende en niet verspanende technieken (bewerkingstechnieken)
- heeft brede kennis van computer CAD/CAM-tekenpakketten
- heeft brede kennis van op- en omspanttechnieken
- heeft brede kennis van testmethoden
- heeft kennis van computer besturingssystemen van de machine
- heeft kennis van computer CAD/CAM-tekenpakketten
- heeft kennis van het bewerken van materialen voor precisietechniek
- heeft kennis van het werkveld van het beroep
- heeft kennis van papireloos produceren (3D CAD)
- heeft kennis van programmering van CNC-bewerkingsmachines en de daaraan verbonden instellingen van de machines
- heeft kennis van verspaningsparameters
- kan de benodigde materialen, gereedschappen, materieel en persoonlijke beschermingsmiddelen toepassen
- kan gereedschappen handmatig en machinaal bevestigen, installeren en afstellen
- kan gereedschappen kiezen en gereedschapsmagazijnen laden
- kan kwaliteitsnormen toepassen
- kan meet- en controle-instrumenten toepassen (meetmachines)
- kan meetmethoden toepassen en vorm- en plaatstoleranties beoordelen
- kan methoden en theorieën die betrekking hebben op gereedschap maken toepassen
- kan methoden en theorieën die betrekking hebben op het maken van instrumenten toepassen
- kan methoden en theorieën die betrekking hebben op het maken van researchinstrumenten toepassen
- kan methoden en theorieën die betrekking hebben op precisieverspanen toepassen
- kan onderhoud aan machine uitvoeren en een schema voor groot onderhoud opstellen
- kan programmeren met tenminste één High-end CAM pakket
- kan relevante arbo-, veiligheids- en milieuregels en bedrijfsvoorschriften toepassen

#### P4-K2 Produceert onderdelen voor instrumenten

- kan technische tekeningen en schema's lezen, interpreteren en analyseren
- kan vastgestelde procedures en protocollen uitvoeren
- kan verschillende bewerkingstechnieken toepassen voor een verscheidenheid aan materialen
- kan verschillende conventionele en niet-conventionele bewerkingstechnieken toepassen
- kan werktekeningen begrijpen

#### P4-K2-W1 Bereidt het maken van onderdelen voor

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker interpreteert en analyseert de opdracht. Hij verzamelt de benodigde (speciale meet)gereedschappen voor het bewerken van materialen en controleert deze onder andere op volledigheid, functionaliteit, soort, eventuele beschadiging enzovoort. Hij bepaalt de vervaardigingstechnieken en -methoden en de juiste werkvolgorde. Afhankelijk van de vervaardigingsvolgorde en beschikbaarheid kiest hij de juiste machine en gereedschappen om het werk uit te voeren. Waar nodig maakt hij hulpmiddelen (bijv. opspangereedschap) om het werk beter of sneller te kunnen uitvoeren. Eventueel besteedt hij deze taak uit waarbij hij duidelijk uitlegt wat hij gemaakt wil hebben.

##### Resultaat

Materialen, gereedschappen en (hulp)middelen zijn gecontroleerd en beschikbaar.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker controleert de opdrachtgegevens zorgvuldig en kritisch. Hij maakt een analyse van de onderdelen die moeten worden vervaardigd om een effectief en optimale werkvolgorde te kunnen bepalen.

Hij bepaalt vooraf welk deel van het werk hij kan uitbesteden en legt dit nauwkeurig vast.

Hij legt duidelijk aan derden uit wat hij wilt dat zij maken.

Hij zorgt op tijd ervoor dat alle noodzakelijke materialen, gereedschappen en (hulp)middelen beschikbaar zijn om de opdracht uit te voeren.

De onderliggende competenties zijn: Samenwerken en overleggen, Vakdeskundigheid toepassen, Materialen en middelen inzetten, Analyseren

#### P4-K2-W2 Maakt onderdelen

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker voert aanpassingen uit aan halffabricaten en (onderdelen van) producten en instrumenten. Dit doet hij afhankelijk van de opdracht en/of tekening geheel handmatig of met behulp van machines. Hij kiest de vervaardigingstechnieken en -methoden en voert ze in volgorde uit. Hij hanteert verschillende technieken en methoden om het materiaal vorm te geven. Hij beoordeelt en controleert het product voortdurend op kwaliteit en maatvoering en past het waar nodig aan. Hij kiest de momenten om de kwaliteitscontroles uit te voeren.

Om op machinale wijze aanpassingen uit te voeren bedient hij de machine zodanig dat de aanpassingen in volgorde worden uitgevoerd. Hij bewaakt de voortgang en kwaliteit van het productieproces en stelt indien nodig de machine bij en past correcties toe. De researchinstrumentmaker bewerkt het product indien nodig na, hij werkt kleine oneffenheden weg of voert kleine reparaties uit aan het product. Hij controleert het resultaat van de nabewerkingen en maakt het product indien nodig schoon en verzendklaar, pakt het in (of laat dit doen) zodat het niet kan beschadigen.

##### Resultaat

De onderdelen zijn vervaardigd en voldoen aan de gestelde kwaliteitseisen.

*Gedrag*

De researchinstrumentmaker gebruikt de gereedschappen en middelen voor het machinaal bijwerken van materialen op efficiënte wijze en bewaakt het beweringsproces.

Hij voert vakkundig handmatig en machinaal aanpassingen, kleine reparaties en nabewerkingen uit aan het instrument/product/halffabricaat.

Hij controleert zorgvuldig het resultaat en de kwaliteit van het eindproduct.

Hij verpakt het eindproduct veilig volgens bedrijfsprocedures voor verzending.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Materialen en middelen inzetten, Kwaliteit leveren, Instructies en procedures opvolgen

**Complexiteit**

De researchinstrumentmaker heeft bij het bouwen en testen van instrumenten een brede systeemkennis en specialistische kennis van testmethoden en proefopstellingen nodig die hij combineert met specialistische kennis en vaardigheden over meerdere disciplines die hij moet overzien. Het gaat om niet-routinematige werkzaamheden met een wisselende karakter.

De complexiteit van de werkzaamheden van de researchinstrumentmaker bij het bouwen en testen van instrumenten wordt onder andere bepaald door het nieuwe en experimentele karakter van zijn werkzaamheden, waardoor hij niet kan terugvallen op routine. De vereiste inventiviteit voor het bepalen en uitvoeren van de juiste verbindingstechnieken in de meest geschikte volgorde om het beste resultaat, wat betreft kwaliteit, tijd en kosten, te bewerkstelligen zijn een aantal van de complicerende factoren.

Kennis van de eigenschappen van een veelvoud van materialen en de daaruit voortvloeiende eisen voor de meest geschikte bewerkingstechnieken, de keuze van het meest geschikte materiaal en combinaties van materialen voor een specifieke toepassing in een te bouwen instrument, de hoge eisen ten aanzien van maatvoering, toleranties en nauwkeurigheid zijn allemaal factoren die het werk van de Researchinstrumentmaker complex maken.

**Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid**

De researchinstrumentmaker heeft een onderzoekende, probleemoplossende, adviserende en een vaktechnisch uitvoerende rol. Hij voert werkzaamheden uit in opdracht van zijn leidinggevende en overlegt met hem. Hij voert zijn werk uit zonder tussentijds verantwoording af te leggen aan zijn leidinggevende. Hij coördineert zijn eigen werkzaamheden en is verantwoordelijk voor de kwaliteit van zijn eigen werk, het onderzoeken en het aandragen van oplossingen voor problemen binnen zijn vakgebied. De researchinstrumentmaker ziet erop toe dat de werkzaamheden veilig worden uitgevoerd.

**Vakkennis en vaardigheden**

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- heeft brede en specialistische kennis van het assembleren van researchinstrumenten
- heeft brede en specialistische kennis van theorieën en methoden met betrekking tot het maken van researchinstrumenten
- heeft brede kennis op het gebied van het bewerken van materialen voor precisietechniek en optiek
- heeft brede kennis op het gebied van geometrische meetkunde
- heeft brede kennis op het gebied van precisietechniek
- heeft brede kennis van programmering van CNC-bewerkingsmachines en de daaraan verbonden instellingen van de machines
- heeft brede kennis van relevante ICT-toepassingen bij precisietechniek
- heeft kennis op het gebied van verspanende technieken
- heeft kennis van assembleren van instrumenten
- heeft kennis van bedrijfsprocedures en archiveringssystemen
- heeft kennis van CNC-programmering (G- en M-codes)
- heeft kennis van computer besturingssystemen van de machine
- heeft kennis van het maken van een risicoanalyse zoals bijvoorbeeld FMEA methode
- heeft kennis van het werkveld van het beroep
- heeft kennis van machine-instellingen voor het bewerken van ferro en non-ferro materialen en kunststoffen en keramische materialen
- heeft kennis van machinerichtlijnen en CE-normen
- heeft kennis van materialen en middelen ten behoeve van het schoonmaken van de producten en werkplek
- heeft kennis van programmering van CNC-bewerkingsmachines en de daaraan verbonden instellingen van de machines
- heeft kennis van verschillende testmethoden
- kan aangeleverde werktekeningen of schetsen lezen en interpreteren
- kan bij afwijkingen of storingen de machine stilzetten en de storingen oplossen
- kan de benodigde materialen, gereedschappen, materieel en persoonlijke beschermingsmiddelen toepassen
- kan een CNC-bewerkingsmachine instellen
- kan een instrument assembleren met in achtneming van de nauwkeuringheid van de samenstelling
- kan gereedschappen handmatig en machinaal bevestigen, installeren en afstellen
- kan kwaliteitsnormen toepassen
- kan materiaal/werkstuk/instrument of halffabricaat opspannen op een verspaningsmachine
- kan materialen veilig heffen en transporteren
- kan meet- en controle-instrumenten toepassen (meetmachines)
- kan meetmethoden toepassen en vorm- en plaatstoleranties beoordelen
- kan relevante arbo-, veiligheids- en milieuregels en bedrijfsvoorschriften toepassen

#### P4-K3 Bouwt en test instrumenten

- kan researchinstrumenten assembleren met in achtname van de nauwkeurigheid van de samenstelling
- kan technische documentatie en instructies in Engels toepassen
- kan technische tekeningen en schema's lezen, interpreteren en analyseren
- kan teken-software toepassen
- kan vaktechnische gesprekken voeren in Engels
- kan vastgestelde procedures en protocollen uitvoeren en/of aanpassen
- kan verschillende bewerkingstechnieken toepassen voor een verscheidenheid aan materialen
- kan verschillende conventionele en niet-conventionele bewerkingstechnieken toepassen
- kan verschillende meetmethoden toepassen en uitvoeren
- kan verschillende verbindingstechnieken toepassen en uitvoeren

#### P4-K3-W1 Bereidt het opbouwen en testen van instrumenten voor

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker verzamelt op basis van bestaande tekeningen alle onderdelen van het product. Hij controleert of de afzonderlijke onderdelen overeenkomen met de specificaties. Hij legt vast welke onderdelen hij op welk moment in het samenbouwproces nodig heeft en/of die aan de eisen voldoen. Hij bepaalt hoeveel tijd hij nodig heeft voor het samenbouwen van het instrument en richt zijn werkplek in om met de samenbouw van het instrument te beginnen. Ook kan het voorkomen dat de researchinstrumentmaker aanpassingen of reparaties moet aanbrengen aan reeds bestaande instrumenten.

##### Resultaat

Alle onderdelen van het te maken product/instrument zijn beschikbaar en gecontroleerd.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker verzamelt tijdig alle onderdelen voor het samenbouwen van het instrument en zorg dat hij een duidelijk en compleet beeld heeft het product of instrument.

Hij controleert zorgvuldig de te gebruiken onderdelen of aangeleverde (half)producten, gereedschappen en (hulp)middelen op beschikbaarheid en kwaliteit.

Hij legt de volgens bedrijfsprocedures de status van de afzonderlijke onderdelen vast.

Hij plant zijn eigen werkzaamheden en houdt rekening met het totaalplan en onvoorziene omstandigheden die hij met zijn technisch inzicht en probleemoplossend vermogen in de beschikbare tijd kan oplossen.

De onderliggende competenties zijn: Materialen en middelen inzetten, Plannen en organiseren, Kwaliteit leveren, Instructies en procedures opvolgen

#### P4-K3-W2 Bouwt instrumenten op uit onderdelen

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker bouwt aan de hand van bestaande tekeningen onderdelen op tot een eindproduct (instrument) en hanteert daarbij de benodigde bewerkings- en verbindingstechnieken zoals fijnmechanisch bankwerken, frezen, draaien, slijpen, CNC- en machinaal verspanen, monteren en stellen en lijmen). Hij sluit eventueel andere functionele (bijvoorbeeld pneumatische, hydraulische of elektronische) componenten aan op het instrument en controleert of deze goed zijn aangesloten. Indien nodig bouwt hij hulpmiddelen die nodig zijn tijdens het samenstellen van het instrument.

##### Resultaat

Een opgebouwd instrument (product) met aangesloten functionele componenten.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker werkt vlot, precies en bedreven bij het toepassen van verbindingstechnieken om de afzonderlijke onderdelen op te bouwen tot een product.

Hij controleert of de afzonderlijke componenten van het opgebouwd product goed zijn aangesloten aan de hand van

#### P4-K3-W2 Bouwt instrumenten op uit onderdelen

de specificaties.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Kwaliteit leveren

#### P4-K3-W3 Test instrumenten

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker test de werking van het opgebouwd instrument/product en onderdelen daarvan op functionaliteit. Ook kan het in bepaalde gevallen voorkomen dat de researchinstrumentmaker een bestaand instrument moet testen op gebreken om vervolgens deze te kunnen aanpassen of repareren. Aan de hand van de testresultaten stelt hij het instrument of componenten daarvan bij tot dat het product voldoet aan de gestelde specificaties of geeft advies m.b.t. het verbeteren van het instrument/product.

##### Resultaat

Een instrument dat is getest op functionaliteit, gebreken en werking.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker gebruikt vakkundig zijn technisch inzicht van samenbouwen van instrumenten bij het testen van het instrument op functionaliteit.

Hij werkt zorgvuldig en zoveel mogelijk volgens beproefde methoden tijdens het controleren en bijstellen van het instrument totdat het voldoet aan de specificaties.

Hij analyseert zorgvuldig de testresultaten en geeft een onderbouwd advies voor het verbeteren van het instrument.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Kwaliteit leveren, Analyseren

#### P4-K3-W4 Levert instrumenten op

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker levert een goed werkend instrument af bij de opdrachtgever en levert de benodigde informatie aan voor een optimaal functioneren van het instrument. Hij adviseert de opdrachtgever ten aanzien van de werking, het gebruik en de veiligheidsaspecten van het product.

##### Resultaat

Een afgeleverd instrument met advies met betrekking tot het optimaal functioneren van het instrument en de veiligheidsaspecten.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker geeft de opdrachtgever een goed onderbouw advies met betrekking tot het functioneren van het instrument of meetgereedschap en de veiligheidsaspecten.

Hij presenteert het eindproduct aan de opdrachtgever en legt in duidelijke woorden Nederlands en/of Engels uit hoe om te gaan met het product.

De onderliggende competenties zijn: Presenteren, Vakdeskundigheid toepassen

**Complexiteit**

De researchinstrumentmaker heeft bij het ontwerpen van prototypen een brede systeemkennis en creatief denken nodig die hij combineert met specialistische kennis en vaardigheden over meerdere disciplines die hij moet overzien. Het gaat om niet-routinematige werkzaamheden die verschillend zijn van aard. Hij moet multidisciplinair te werk gaan in organisatorisch opzicht, planning, uitvoering en coördinatie.

De complexiteit van de werkzaamheden van de researchinstrumentmaker bij het ontwerpen van prototypen wordt onder andere bepaald door het analyseren van de benodigde functionaliteit van het te ontwerpen prototype, het opstellen van een programma van eisen, het uitwerken van ideeën in een instrument en het testen van de ideeën in de praktijk. Het opnemen in het prototype van verschillende componenten, die met een verscheidenheid van bewerkingstechnieken worden geproduceerd. Dit kunnen metalen, glazen, keramische, composiet en optische onderdelen zijn. Deze onderdelen worden met zowel conventionele als met CNC-technieken geproduceerd. Het integreren van mechanische, optische, elektromechanische, pneumatische en hydraulische constructies in het prototype, het integreren van meet- en regelsystemen om het prototype volgens de eisen te laten functioneren. Daarnaast wordt de complexiteit mede bepaald door het voldoen aan strikte eisen wat betreft toleranties, kwaliteit, geometrie, afmetingen, duurzaamheid en veiligheid.

**Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid**

De researchinstrumentmaker heeft een onderzoekende, probleemoplossende, adviserende en een vaktechnisch uitvoerende rol. Hij voert werkzaamheden uit in opdracht van zijn leidinggevende en derden (system engineer, constructeur) en overlegt met hen. Hij voert zijn werk uit zonder tussentijds verantwoording af te leggen aan zijn leidinggevende. Hij coördineert zijn eigen werkzaamheden. Hij is verantwoordelijk voor de kwaliteit van zijn eigen werk en uitbesteed werk uitgevoerd door derden. Hij is ook verantwoordelijk voor het onderzoeken en het aandragen van oplossingen voor problemen binnen zijn vakgebied. De eindverantwoordelijke is de leidinggevende die de eindcontrole uitvoert. De researchinstrumentmaker ziet erop toe dat de werkzaamheden veilig worden uitgevoerd. Wanneer hij onveilige situaties ontdekt, meldt hij deze bij zijn leidinggevende, neemt zelf de nodige maatregelen en draagt mogelijke oplossingen aan.

**Vakkennis en vaardigheden**

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- heeft brede en specialistische kennis van theorieën en methoden met betrekking tot het maken van researchinstrumenten
- heeft brede kennis op het gebied van het bewerken van materialen voor precisietechniek en optiek
- heeft brede kennis op het gebied van CNC-programmering
- heeft brede kennis op het gebied van geometrische meetkunde
- heeft brede kennis op het gebied van precisietechniek
- heeft brede kennis op het gebied van verspanende en niet verspanende technieken (bewerkingstechnieken)
- heeft brede kennis van bedrijfsprocedures en archiveringssystemen
- heeft brede kennis van computer CAD/CAM-tekenpakketten
- heeft brede kennis van de maakbaarheid van het product
- heeft brede kennis van de vaktermen in het vakgebied
- heeft brede kennis van grote en kleine (CNC-)bewerkingsmachines
- heeft brede kennis van het werkveld van het beroep
- heeft brede kennis van plaats- en vormtoleranties en ISO passingsstelsel
- heeft brede kennis van programmering van CNC-bewerkingsmachines en de daaraan verbonden instellingen van de machines
- heeft brede kennis van relevante ICT-toepassingen bij precisietechniek
- heeft brede kennis van verschillende analyse methoden
- heeft brede kennis van verschillende testmethoden
- heeft brede kennis van verspaningseigenschappen van ferro en non-ferro materialen en kunststoffen
- heeft kennis van abstracte begrippen gerelateerd aan het beroep van researchinstrumentmaker
- heeft kennis van analyse methoden
- heeft kennis van begrippen gerelateerd aan het beroep researchinstrumentmaker
- heeft kennis van CNC-programmering (G- en M-codes)
- heeft kennis van de impact van maatvoering in het ontwerp van een product
- heeft kennis van de maakbaarheid van het product
- heeft kennis van één of meer programmeertalen voor CNC-programmering
- heeft kennis van het opstellen van een programma van eisen
- heeft kennis van kwaliteitsnormen
- heeft kennis van machine-instellingen voor het bewerken van ferro en non-ferro materialen en kunststoffen en keramische materialen

#### P4-K4 Ontwerpt prototypen

- heeft kennis van machinerichtlijnen en CE-normen
- heeft kennis van opspantechnieken
- heeft kennis van programmeertaal voor CNC-programmering
- heeft kennis van programmering van CNC-bewerkingsmachines en de daaraan verbonden instellingen van de machines
- heeft kennis van verschillende testmethoden
- heeft kennis van verschillende verbindingsmethoden
- kan een FMEA analyse uitvoeren
- kan een meetrappport opstellen
- kan een projectplan opstellen
- kan gebruikshandleidingen voor prototypen ontwikkelen
- kan kwaliteitsnormen toepassen
- kan meet- en controle-instrumenten toepassen (meetmachines)
- kan meetmethoden toepassen en vorm- en plaatstoleranties beoordelen
- kan methoden en theorieën die betrekking hebben op gereedschap maken toepassen
- kan methoden en theorieën die betrekking hebben op het maken van instrumenten toepassen
- kan methoden en theorieën die betrekking hebben op het maken van researchinstrumenten toepassen
- kan methoden en theorieën die betrekking hebben op precisieverspanen toepassen
- kan ontwerpen maken
- kan relevante arbo-, veiligheids- en milieuregels en bedrijfsvoorschriften toepassen
- kan technische documentatie en instructies in Engels toepassen
- kan technische tekeningen en schema's lezen, interpreteren en analyseren
- kan teken-software toepassen
- kan test- en controle methoden voor het te maken prototype ontwikkelen
- kan vaktechnische gesprekken voeren in Engels
- kan vastgestelde procedures en protocollen uitvoeren
- kan verschillende bewerkingstechnieken toepassen voor een verscheidenheid aan materialen
- kan verschillende geometrische meetinstrumenten gebruiken, zoals schuifmaat, micrometer, 3D meetmachine (voor het meten en controleren en meten van het eigen werk)
- kan verschillende meetmethoden toepassen en uitvoeren

#### P4-K4-W1 Analyseert productspecificaties

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker bespreekt het te bouwen prototype met zijn leidinggevende. Hij maakt op basis van een analyse van de opdracht of het probleem een ontwerpplan voor een prototype (onderdelen) van een product of instrument. Hij schat in of het maken van een prototype rendabel is. Aan de hand van berekeningen, de gekozen bewerkingsmethoden en materialen bepaalt hij in overleg met de leidinggevende en system engineer eisen waaraan het prototype moet voldoen. Voor (technische) uitvoeringsproblemen bedenkt hij praktische oplossingen.

##### Resultaat

Een ontwerpplan voor het maken van een prototype.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker bespreekt tijdig het te bouwen prototype of proefopstelling met de leidinggevende en maakt een degelijke analyse van de probleemstelling.

Hij maakt aan de hand van een zelf gemaakte analyse van het probleem een ontwerpplan voor het te maken product of instrument.

Hij went voor het maken van het ontwerp de specifieke mentale en manuele vaardigheden correct aan.

Hij controleert systematisch of het ontwerp aan de eisen voldoet.

De onderliggende competenties zijn: Samenwerken en overleggen, Vakdeskundigheid toepassen, Analyseren, Kwaliteit leveren



#### P4-K4-W2 Maakt schetsen en ontwerpt prototypen

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker ontwerpt producten (prototypen) op basis van de aan hem verstrekte werkopdrachten en technische informatie. Hij maakt zijn eigen werkplan en (indien nodig) aanvullende werktekeningen of detailschetsen. Eventueel maakt hij berekeningen en bepaalt hij parameters. In overleg met zijn leidinggevende of anderen kiest hij de te gebruiken materialen en/of te gebruiken componenten en verbindingsmethoden voor het prototype. De researchinstrumentmaker ontwerpt en maakt het prototype in de vorm van een schets, een tekening (rapid prototyping) of een concrete proefopstelling.

##### Resultaat

Een ontwerp van het prototype is gemaakt.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker bespreekt tijdig het te maken prototype met derden en bepaalt welke materialen en verbindingstechnieken worden toegepast.

Hij maakt zorgvuldig technische schetsen op basis van de aan hem verstrekte werkopdrachten en technische informatie.

Hij formuleert duidelijk de eisen waaraan het product moet voldoen, eventueel aan de hand van berekeningen.

Hij plant en organiseert zijn werkzaamheden volgens eigen inzichten en bewaakt de voortgang van zijn planning. De onderliggende competenties zijn: Samenwerken en overleggen, Vakdeskundigheid toepassen, Plannen en organiseren, Kwaliteit leveren

#### P4-K4-W3 Bouwt het prototype

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker bouwt de prototype op tot een eindproduct volgens het eigen gemaakte ontwerp. Hij maakt de noodzakelijke onderdelen zelf, bestelt deze of besteedt ze deels uit. Hij bewaakt de doorloop tijd van onderdelen die hij uitbesteedt. Bij het maken van onderdelen hanteert hij daarbij de benodigde bewerkings- en verbindingstechnieken zoals fijnmechanisch bankwerken, frezen, draaien, slijpen, conventioneel en CNC-machinaal verspanen, monteren en stellen en lijmen). Hij sluit eventueel andere functionele (bijvoorbeeld pneumatische, hydraulische of elektronische) componenten aan op het prototype en controleert of deze goed zijn aangesloten.

##### Resultaat

Uitbestede onderdelen zijn op tijd aangeleverd en het prototype is samengebouwd.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker organiseert de aanvoer van specifieke materialen en uitbesteding van onderdelen aan derden volgens de procedures van het bedrijf.

Hij werkt vlot, precies en bedreven bij het toepassen van verbindingstechnieken, om de afzonderlijke onderdelen op te bouwen tot een prototype.

Hij gebruikt de gekozen materialen en middelen efficiënt bij het samenbouwen van het prototype.

Hij controleert of de afzonderlijke componenten van het opgebouwd prototype goed zijn aangesloten aan de hand van de specificaties.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Kwaliteit leveren, Plannen en organiseren, Materialen en middelen inzetten

#### P4-K4-W4 Test de functionaliteit van het prototype

##### Omschrijving

De researchinstrumentmaker test en beoordeelt het prototype aan de hand van vooraf gestelde specificaties. Samen met de system engineer of leidinggevende bekijkt hij of het prototype voldoet aan optische, mechanische en elektrische specificaties zoals vermeldt in de ontwerp-tekening. Vervolgens test hij het prototype op de functionele eisen van de opdrachtgever. Hij beoordeelt het prototype op functionaliteit van de afzonderlijke onderdelen en de integratie van deze onderdelen. Aan de hand van de testresultaten valideert hij het totaal product en rapporteert hij aan de leidinggevende, opdrachtgever zijn bevindingen en conclusies.

##### Resultaat

Een getest prototype en een rapport met bevindingen en conclusies is opgesteld.

##### Gedrag

De researchinstrumentmaker gebruikt zijn technisch inzicht en vakkennis van proefopstellingen en prototypen bij het testen van het prototype op functionaliteit.

Hij werkt zorgvuldig en zoveel mogelijk volgens beproefde methoden tijdens het controleren van het prototype.

Hij maakt een verslag waarin zijn bevindingen (specificaties, omvang van de opdracht, tijd, materiaal en kosten) zijn verwerkt met de conclusies die hij kernachtig presenteert aan de leidinggevende/opdrachtgever.

De onderliggende competenties zijn: Vakdeskundigheid toepassen, Instructies en procedures opvolgen, Formuleren en rapporteren