



Departamento di  
Enseñansa Aruba

Beroepsgerichte Keuzedeel  
voor het Arubaanse Beroepsonderwijs

# Waterstoftechnologie

behorend bij één of  
meerdere kwalificaties  
Kwalificatieniveau 4

Code  
K1049

Geldig vanaf  
Augustus 2024

## Keuzedelen

Aan elke kwalificatie zijn keuzedelen verbonden. Met keuzedelen kan de deelnemer zijn vakmanschap verbreden of verdiepen. Een keuzedeel vergroot de arbeidsmarktkansen van de deelnemer of vergemakkelijkt de doorstroom naar een vervolgstudie. Er zijn beroepsgerichte keuzedelen die verbonden zijn aan een of meerdere kwalificaties, en er zijn ook sectoroverstijgende keuzedelen, die beschikbaar zijn voor alle kwalificaties. Deze sectoroverstijgende keuzedelen zijn gericht op vervolgonderwijs en of verbreding.

De keuzedelen die verbonden zijn aan bepaalde kwalificaties staan aangegeven in het desbetreffende beroepskwalificatiedocument (BKD). De keuzedelen maken geen deel uit van de kwalificatie, maar zijn er wel aan gekoppeld en vormen als het ware een 'plus' op het diploma.

De BKD's en alle beschikbare keuzedelen zijn te vinden op [www.ea.aw](http://www.ea.aw).

# 1. Algemene informatie

D1: Waterstoftechnologie	
Studielast	
240	
Wettelijke beroepsvereisten	
Nee	
Certificaten	
Ja	, door ABO certificaten te koppelen aan keuzedelen wordt de waarde en herkenbaarheid voor de arbeidsmarkt vergroot.
Scholingsbehoefte/landelijke herkenbaarheid	Als gevolg van de energietransitie en de daardoor veranderende energievoorziening voor bijvoorbeeld de mobiliteit & transport, automotive en de zeevaart, neemt de vraag naar waterstof sterk toe als een vorm van schone energie. Werkgevers uit deze sectoren zijn daarom voortdurend op zoek naar nieuw personeel met kennis van zaken op het gebied van waterstoftechnologie. Tegelijkertijd hebben deze bedrijven er alle belang bij dat hun eigen technisch personeel goed geschoold is in waterstoftechnologie. Door het keuzedeel Waterstoftechnologie in te zetten voor (bij)scholing van werkenden en werkzoekenden kan in deze behoefte worden voorzien en kunnen de bedrijven de gewenste kwaliteit bieden op het gebied van waterstoftechnologie.
Zelfstandige betekenis	Na het volgen van dit keuzedeel zijn werkenden en werkzoekenden in de energievoorziening voor sectoren als mobiliteit & transport, automotive en de zeevaart beter en breder inzetbaar m.b.t. informatievoorziening en advisering aangaande waterstoftechnologie.
Doelgroep	Dit keuzedeel is bedoeld voor werkenden in de energievoorziening voor sectoren als mobiliteit & transport, automotive en de zeevaart met minimaal een niveau 2 diploma in de techniek. Voor werkzoekenden met soortgelijke opleidingsachtergrond en interesse in energievoorziening, vergroot het behalen van het keuzedeel de kansen op de arbeidsmarkt in deze sectoren.
Behorend bij kwalificaties	Dit is een beroepsgerichte keuzedeel en is verbonden aan de volgende kwalificatie: Bij het Elektrotechnische systemen en installaties (NL-Crebonr. 23300) <ul style="list-style-type: none"><li>• Technicus elektrotechnische industriële systemen en installaties (NL-Crebonr. 25738), ABO kwalificatieniveau 4</li><li>• Technicus elektrotechnische installaties in de gebouwde omgeving (NL-Crebonr. 25739), ABO kwalificatieniveau 4</li></ul>
Toelichting	Met dit keuzedeel wordt niet voldaan aan de beroepsvereisten voor veiligheid, maar bereidt daar wel op voor. Het betreft de relevante wetten, normen, richtlijnen en 'best practices' met betrekking tot de veiligheid van zowel het elektrische systeem (bijvoorbeeld NEN 9140, "Veilig werken aan e-voertuigen"), als voor het (veilig) werken met waterstof (PGS normen, bijvoorbeeld PGS 35 "Waterstof afleverinstallaties van Waterstof voor Wegvoertuigen").
Relevantie van het keuzedeel	Waterstof als energiedrager zal een grote rol gaan spelen in de energietransitie en in de energievoorziening voor mobiliteit & transport, industrie en de gebouwde omgeving. Ten opzichte van het elektriciteitsnet met batterijen geldt dat waterstof beter en goedkoper getransporteerd kan worden en

als langdurige buffer voor (overtollige) energie gebruikt kan worden om de seizoensinvloeden in winning en/of vraag te compenseren. In dat kader ontwikkelt de waterstofeconomie zich (mede als opvolging van de aardgaseconomie) en hiermee de vraag naar omscholing naar en/of scholing in de waterstoftechnologie op alle opleidingsniveaus, maar met name ook in het mbo. Met dit keuzedeel vergroot de beginnend beroepsbeoefenaar zijn kans op werk in de zich snel ontwikkelende arbeidsmarkt voor waterstoftechnologie.

#### Beschrijving van het keuzedeel

Het keuzedeel richt zich op kennisontwikkeling van de fysische eigenschappen en veiligheid bij de toepassing van waterstoftechnologie. Daarnaast richt het zich op het ontwerp, de installatie, monitoring en onderhoud van brandstofcellen en verbrandingstoepassingen met waterstof.

Het keuzedeel biedt de mogelijkheid om te differentiëren naar de toepassing afhankelijk van de beroepscontext van waaruit de student hieraan deelneemt.

#### Branchevereisten

Nee

#### Aard van keuzedeel

Verbredend

## 2. Uitwerking

### D1-K1: Verricht werkzaamheden aan brandstofcellen en/of verbrandingstoepassingen met waterstof

#### Complexiteit

De beginnend beroepsbeoefenaar bezit kennis van de mogelijkheden van waterstof in de context van het vakgebied, de veiligheidsrisico's en veiligheidsvoorschriften en kan deze toepassen in overleg met vakgenoten. Complicerende factoren zijn de breedte van het toepassingsgebied, de diversiteit in toepassingen en het kunnen volgen van de snelle lokale, nationale en internationale ontwikkelingen op het gebied van de werking, het onderhoud en de reparatie van waterstoftoepassingen in relatie tot de geldende veiligheidsvoorschriften.

#### Verantwoordelijkheid en zelfstandigheid

De beginnend beroepsbeoefenaar werkt samen met gelijken en leidinggevenden en draagt verantwoordelijkheid voor resultaten van een afgebakend takenpakket. Hij draagt gedeelde verantwoordelijkheid voor het resultaat van het werk van anderen.

#### Vakkennis en vaardigheden

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- heeft kennis van de atomaire samenstelling en de fysische eigenschappen van waterstof
- heeft kennis van methoden voor het produceren, opslaan en transporteren van waterstof
- heeft kennis van veiligheidsaspecten en regelgeving met betrekking tot vloeibare en gasvormige waterstof en daarmee samenhangende ontwerpeisen zoals relevante wetten, normen, richtlijnen en 'best practices'
- heeft kennis van de wijze waarop waterstof wordt ingezet in verschillende typen brandstofcellen
- heeft kennis van de wijze waarop waterstof wordt ingezet in verbrandingstoepassingen
- heeft kennis van de wijze waarop waterstoftechnologie kan worden ingezet in een specifiek vakgebied (energieketen, mobiliteit & transport, industrie, gebouwde omgeving) en de overwegingen hierbij vanuit economie en duurzaamheid
- heeft kennis van veiligheidsvoorzieningen, installatieconcepten en regelgeving met betrekking tot vloeibare en gasvormige waterstof
- heeft kennis van de opbouw van brandstofcelsystemen en/of verbrandingstoepassingen met waterstof, de bedrijfsomstandigheden en de regelsystemen
- heeft kennis van verbrandingsprincipes met waterstof in motoren, turbines en ketels
  
- kan relevante informatie over waterstoftechnologie verzamelen met gebruikmaking van (online) kennisplatforms
- kan de componenten benoemen van brandstofcelsystemen en/of verbrandingstoepassingen met waterstof en hun werking uitleggen
- kan de technische tekeningen lezen met de componenten en processtromen
- kan de veiligheidsmaatregelen treffen die noodzakelijk zijn tijdens de installatie, onderhoud en reparatie van het systeem
- kan basale inspecties en testen uitvoeren aan een brandstofcel stack en de overige componenten
- kan de oorzaken van systeemfalen identificeren en benoemen
- kan een rapportages opstellen bij installatie, monitoring, onderhoud en reparatie van brandstofcellen en/of verbrandingstoepassingen

## D1-K1-W1: Houdt ontwikkelingen over de toepassing van waterstoftechnologie bij

### Omschrijving

De beginnend beroepsbeoefenaar verzamelt en selecteert bruikbare (online) kennisbronnen gericht op waterstoftechnologie en de specifieke toepassingen. Hij beoordeelt of de informatie voldoet aan geldende kwaliteitseisen en (open)standaarden. Hij overlegt met collega's/leidinggevenden als hij twijfelt over classificatie, traceerbaarheid, juistheid of volledigheid van de ingewonnen informatie. Hij analyseert, controleert en interpreteert de (digitale) informatie, combineert informatie uit verschillende bronnen, structureert de informatie, brengt mogelijke ontbrekende informatie in kaart en traceert beschikbare aanvullende informatie.

### Resultaat

Is op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen over de toepassing van waterstoftechnologie en weet deze op waarde te schatten.

### Gedrag

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- werkt samen en communiceert met gelijken en leidinggevenden op basis van de in de waterstoftechnologie geldende conventies, zoals het gebruik van de juiste terminologie en standaarden voor veiligheid;
- verzamelt planmatig relevante informatie over waterstoftechnologie;
- signaleert actief beperkingen/omissies in de geselecteerde kennis en onderneemt daarop actie;
- analyseert op systematische wijze de geselecteerde kennis ten behoeve van diverse toepassingen.

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

## D1-K1-W2: Installeren en monitoren

### Omschrijving

De beginnend beroepsbeoefenaar bestudeert en interpreteert installatievoorschriften en kan op basis daarvan een niet complex systeem met inachtneming van de veiligheidseisen assembleren en aansluiten. Vervolgens kan hij het systeem stapsgewijs in gebruik nemen en de werking toetsen aan de hand van de specificaties van het systeem.

De beginnend beroepsbeoefenaar kan meetinstrumenten aansluiten op het systeem om de vermogensstromen vanuit de omzetting van waterstof naar (elektrisch en/of mechanisch) vermogen en/of warmte te meten in het gebruiksbereik van de opstelling. Hij kan afwijkingen van de nominale prestaties signaleren en weet welke regelacties nodig zijn om dit bij te sturen. Hij herkent calamiteiten, zoals de lekkage van waterstof, en handelt vervolgens conform de veiligheidsvoorschriften. Hij stelt ter verantwoording een installatielogboek, een rapport/meetstaat waarin de correcte werking wordt aangetoond en een rapportage van calamiteiten en de hierbij doorlopen procedures en genomen maatregelen op.

### Resultaat

Een werkend systeem met een rapportage ter verantwoording

### Gedrag

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- maakt op efficiënte en doelmatige wijze gebruik van informatiebronnen bij de installatie en het monitoren van brandstofcellen en/of verbrandingstoepassingen met waterstof;
- past bij (complexe) afwijkingen en calamiteiten oplossingen toe waarbij (eigen) combinaties van standaardprocedures en methodes op een efficiënte en doelmatige wijze worden toegepast;
- lost afwijkingen en calamiteiten bij de installatie en monitoring van brandstofcellen en/of verbrandingstoepassingen planmatig op met gebruikmaking van beschikbare bronnen.

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

## D1-K1-W3: Onderhouden en repareren

### Omschrijving

De beginnend beroepsbeoefenaar kan een niet complex systeem veiligstellen en de maatregelen nemen om hier verantwoord aan te werken. Hij kan componenten vervangen/reinigen en het systeem weer in gebruik nemen en de werking toetsen aan de hand van de specificaties van het systeem. De beginnend beroepsbeoefenaar kan aan de hand van metingen en visuele inspecties defecten lokaliseren en de stappen zetten om het systeem te repareren met inachtneming van de veiligheidsvoorschriften. Vervolgens kan hij het systeem stapsgewijs in gebruik nemen en de werking toetsen aan de hand van de specificaties van het systeem. Hij stelt een onderhouds- en reparatieverslag op en een rapportage/meetstaat waarin de correcte werking wordt aangetoond.

### Resultaat

Een onderhouden of gerepareerd systeem met een rapportage ter verantwoording.

### Gedrag

De beginnend beroepsbeoefenaar:

- maakt op efficiënte en doelmatige wijze gebruik van informatiebronnen bij het onderhouden en repareren van brandstofcellen en/of verbrandingstoepassingen met waterstof;
- past bij het onderhoud en (complexere) reparaties oplossingen toe waarbij (eigen) combinaties van standaardprocedures en methodes op een efficiënte en doelmatige wijze worden toegepast;
- lost problemen in onderhoud en reparatie planmatig op met gebruikmaking van beschikbare bronnen.

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

