

Onderwijsplan waterstoftechnologie “plan en realisatie”

Samen naar duurzaam vakmanschap in energieketen en toepassing

Roeland Hogt, projectcoördinator Waterstoftechnologie in het MBO, RMM.Hogt@noorderpoort.nl

De waterstofeconomie ontwikkelt zich sterk in Nederland. Zowel in het bouwen aan een visie als ook concreet in productontwikkeling en toepassing. Het gaat hierbij om de hele keten van opwekking, via opslag naar de toepassing van waterstof met behulp van brandstofcellen systemen en in verbrandingstoepassingen. Waterstof als energiedrager zal een grote rol gaan spelen in de energietransitie en mobiliteit.

De verbindingen met de partners en innovatie-consortia bieden het onderwijs de mogelijkheid om hierin mee te ontwikkelen.

In dat kader van het RIF GAS 2.0 project (2018-2022) werken de 7 MBO opleidingen in Noord-Nederland¹ samen met overheid en bedrijfsleven om in te spelen op de vraag naar medewerkers die geschoold zijn in de nieuwe technologie. In dit kader is in 2018 het onderwijsplan waterstoftechnologie opgesteld dat bestaat uit:

1. Het ontwikkelen van een les/praktijk/experimenteer omgeving rondom de energietransitie en toepassingen van waterstoftechnologie
2. Het ontwikkelen van de bijbehorende learning community met de pijlers Voorwaardelijk Leren, Ervaringsleren en Innoverend Leren.

Deze leaflet beschrijft de kern van het originele plan en de doorontwikkeling in een landelijke samenwerking.

Inleiding

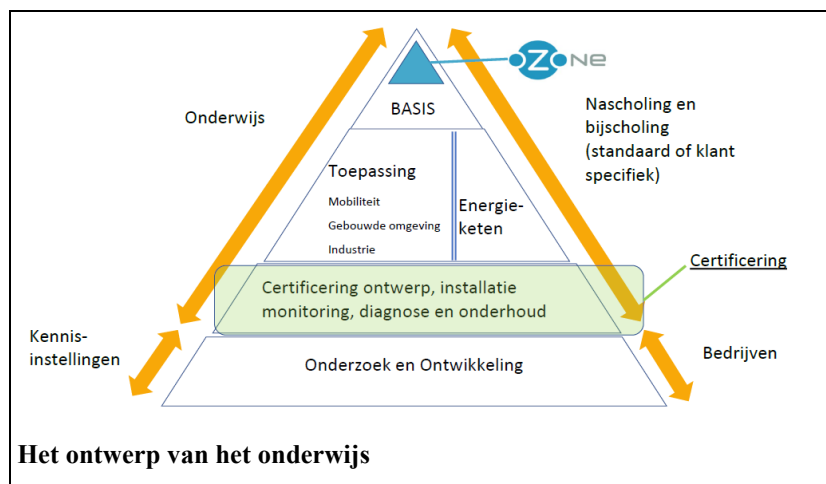
De vraag om onderwijs te ontwikkelen rondom waterstoftechnologie is een beweging van buiten naar binnen: de productinnovaties, de economische waarde en de maatschappelijke ontwikkeling verbonden met de energietransitie. In de ontwikkeling van de waterstoftechnologie zijn de producten verdeeld over de thema's Mobiliteit, Gebouwde omgeving, Energieketen en Industrie.

Werkwijze

De samengestelde werkwijze (gestart in 2018) bestaat uit achtereenvolgens: 1. Analyse en plan, 2. Ontwikkelen en realiseren en 3. Borging en opschaling.

Ontwerp onderwijs en samenwerking

Het onderwijs kan op diverse wijzen worden aangeboden afhankelijk van het gangbare onderwijsmodel en het te ontwikkelen onderwijsmodel. Volgens de theorie van de Learning Communities zijn er drie pijlers: Voorwaardelijk Leren, Ervaringsleren en Innoverend leren. De leeropbrengst en opbrengst voor Leven Lang Ontwikkelen wordt gerealiseerd door slim samen te werken. Tussen opleidingen maar ook in samenwerking met partners.

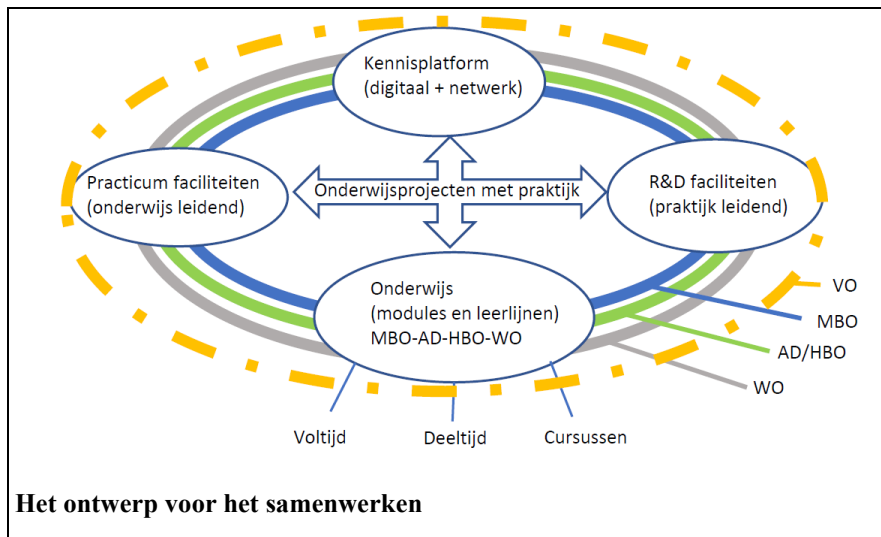


¹ Inmiddels zijn ook opleidingen en bedrijven uit de rest van Nederland aangesloten en is het dus een landelijke ontwikkeling

Het ontwerp van het onderwijs gaat uit van modulair onderwijs bestaande uit één basismodule, specialisaties en de certificering voor het werken aan de toepassingen in de praktijk.

Vooruitlopend op de flexibilisering van leerroutes worden keuzedelen ontwikkeld in het kwaliteitskader van het MBO. Hiermee wordt het tevens mogelijk om vanuit Leven Lang Ontwikkelen andere doelgroepen te bedienen. Het (basis)keuzedeel Waterstoftechnologie K1049 is in 2019 ontwikkeld en is landelijk opgeschaald. Het keuzedeel Waterstoftechnologie in de mobiliteit K1152 is gerealiseerd in een landelijke learning community. De keuzedelen Waterstoftechnologie in de Gebouwde omgeving K1318 en Waterstoftechnologie in de Industrie K1319 zijn ook al in ontwikkeling en landelijk vastgesteld als keuzedeel.

Waterstoftechnologie in de Energieketen is onderdeel van het keuzedeel Waterstof-technologie in de Industrie. Alle modules maken gebruik van een gedeelde (online) basis van mensen, middelen, kennis en faciliteiten. De learning community is actief en per thema is er een kernteam.



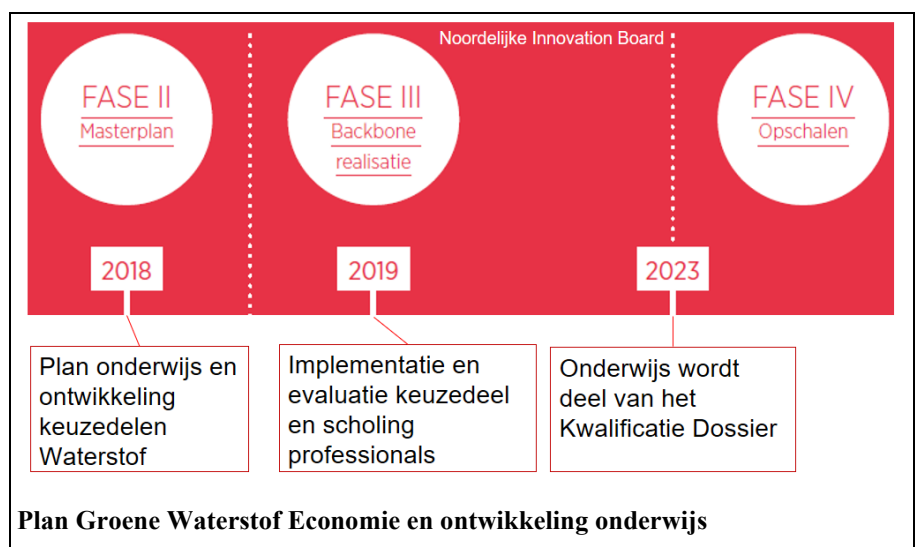
De keuzedelen zijn een basis voor nieuwe ontwikkelingen zoals de online modules ter kennismaking met de waterstoftechnologie in het platform Ozone van A+O Metalektro alsmede vraaggestuurde opleidingen en trainingen voor om- en bijscholing van praktijkprofessionals.

In het ontwerp voor het samenwerken verbinden we Onderwijs, Kennisplatform, Practicum faciliteiten en R&D faciliteiten met een heldere verdeling van de verantwoordelijkheden alsmede het delen van de kennis en het verbinden van de typen opleidingen voor diverse beroepsprofielen vanuit (MBO-AD-HBO-WO). Het gaat om co-creatie en doorlopende ontwikkeling in een inmiddels operationeel raamwerk.

De samenwerking met HBO en EnTranCe is gerealiseerd in de Groene Waterstof Booster alsmede de landelijke samenwerking in het kader van het klimaatakkoord.

Plan

Het tijdspad voor de ontwikkeling volgt dat van het visiedocument 'de groene waterstofeconomie' van de Noordelijke Innovation Board. Het laat zien dat we daarin meegroeien. In hoofdlijn betekent dit dat in 2022 alle keuzedelen in de pilotfase zijn of verder. Daarnaast zijn inmiddels kwalificatiedossiers vastgesteld waarin het uitontwikkelde materiaal uit de keuzedelen kan worden opgenomen.



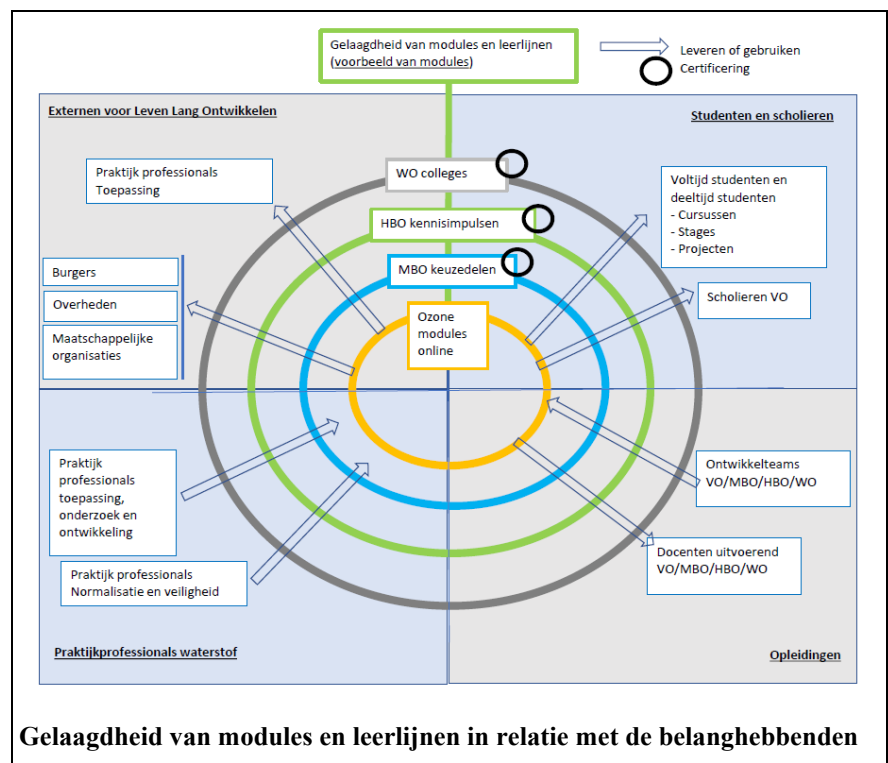
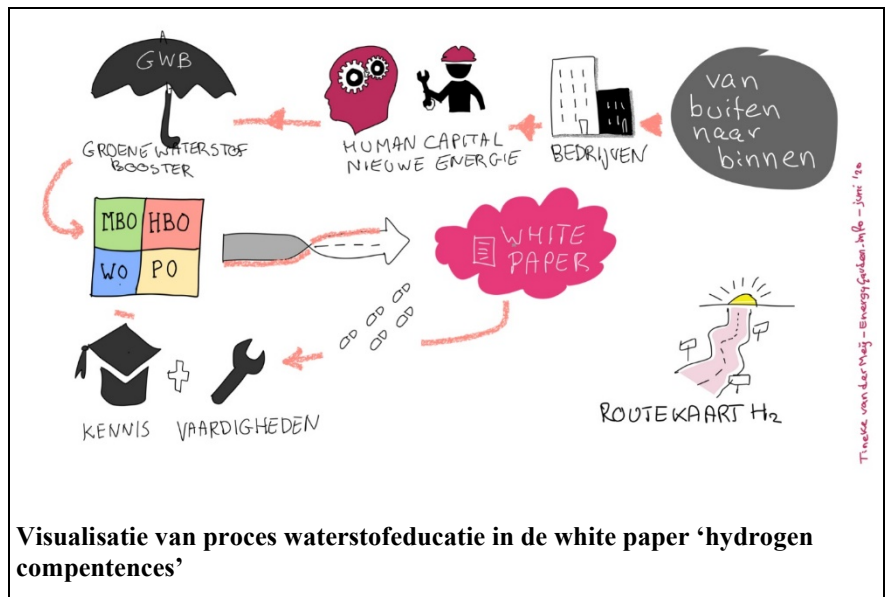
Ontwikkeling van een landelijke samenwerking (2020-2022)

De ontwikkeling van het netwerk en de ontwikkeling van Onderwijs, Kennisplatform, Practicum faciliteiten en R&D faciliteiten lopen gelijk op. Inmiddels bestaat het landelijke (online)netwerk uit ruim 15 ROC's, 5 HBO instellingen en de TU Delft. Daarnaast ontwikkelt zich een samenwerking in een netwerk van hotspots en toepassingen in de praktijk. Bij de hotspots worden systemen gerealiseerd die representatief zijn voor werkprocessen in de grotere systemen en (veilig) toepasbaar zijn in het onderwijs. Voorbeelden zijn waterstofboten, lichte elektrische waterstofvoertuigen en diverse toepassingen van de energie infrastructuur voor de industrie, energieketen en gebouwde omgeving. De samenwerking tussen opleidingen, studenten en praktijk borgt hierbij ook de toepasbaarheid voor na- en bijscholing in het kader van Leven Lang Ontwikkelen.

De publicatie 'hydrogen competences', die door MBO-HBO-WO en andere opleiders in Noord-Nederland in 2020 is ontwikkeld in het kader van het werkpakket competentie van de Groene Waterstof Booster, voorziet in verbinden en delen om vraaggestuurd opleidingen te ontwikkelen en aan te bieden. Dit is weergegeven in de visualisatie rechts.

Hierin komen, net als in de beroepspraktijk, de competentiegebieden onderzoek, ontwikkeling, realisatie, installatie, monitoring, onderhoud, diagnosestelling en reparatie samen.

Met steun van de NWBA (Nederlandse Waterstof en Brandstofcellen Associatie) en met gebruikmaking van de resultaten van het WVIP (Waterstof Veiligheid Innovatie Platform) stellen we de norm voor de opleiding van gecertificeerde professionals voor het werken aan waterstofinstallaties en hoog voltage systemen. Deze certificaten worden samen met praktijkcertificaten aangeboden aansluitend op de keuzedelen.



Dit is weergegeven in de figuur hierboven (Gelaagdheid van de modules, etc.). Belangrijk is dat er vanuit de landelijke standaard ook spin offs kunnen ontstaan zoals de online modules in Ozone-leeromgeving van A+O

Metalektronica en in cursussen die bedrijfs- en branche specifiek worden aangeboden in het kader van Leven Lang Ontwikkelen.

In de ontwikkeling komen zo de belangen samen van studenten & scholieren, docenten en praktijkprofessionals in de uitvoering alsmede onderzoek, ontwikkeling en normering. Het raamwerk het opleiden biedt de mogelijkheid om door middel van co-creatie te werken aan dezelfde de doelen.

Vanaf begin 2021 worden onder leiding van Jan Oosting (Hogeschool Arnhem Nijmegen/SEECE) en Roeland Hogt (Noorderpoort/Energy College) online bijeenkomsten georganiseerd. Dit is de basis voor een vervolg in de landelijke innovatieagenda GroenvermogenNL onderdeel human capital agenda onder leiding van de Topsector Energie.

Regionale en landelijke projecten vanaf 2023

Zomer 2022 eindigt het project GAS2.0. Verduurzaming van de resultaten vindt plaats in de volgende projecten:

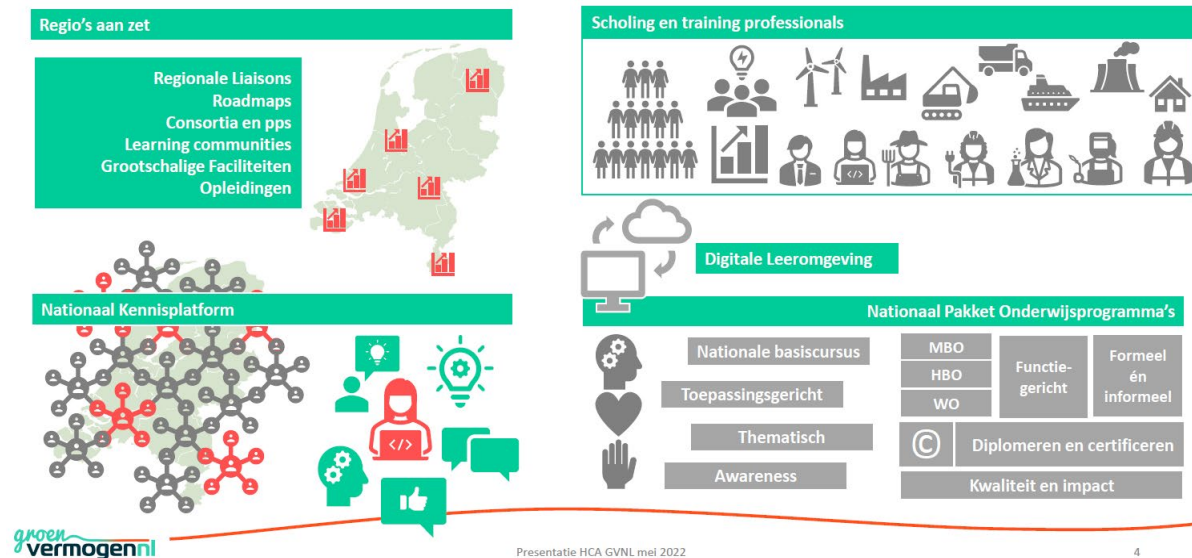
1. (N-NL) Groene Waterstof Booster (2020-2024)
Dit project richt zich op het (MKB) netwerk, kennisdeling, faciliteiten, projecten en competentieontwikkeling. Het werkpakket competentieontwikkeling (aanbod van opleidingen) is aansluitend op GAS2.0 gericht op MBO (professionals), HBO, WO en beleidsmakers
2. (Groningen) Waterstof Werkt (2022-2027)
Het programma "Waterstof Werkt" realiseert op korte termijn een doorgaande leerlijn in de regio op het gebied van waterstof. Met opleidingen, trainingen en cursussen op mbo-, hbo-, wo- en post-initieel- (gevorderd professioneel) niveau. De betrokken onderwijsinstellingen in de regio werken samen aan een gecoördineerde aanpak. Zo kunnen de doorgaande leerlijnen tot ontwikkeling komen en kan de synergie tussen de verschillende onderwijsniveaus worden bereikt.
3. (NL) GroenvermogenNL , HCA (2022-2025)
Het investeringsprogramma (2022-2028 heeft drie pijlers: Opschalen & innoveren, ombouwen & opbouwen, omscholen & opleiden.
De transitie naar een klimaat neutrale economie en zeker de opschaling van klimaat neutrale waterstof vraagt om voldoende theoretisch en praktisch geschoold personeel. Dit biedt kansen voor nieuwe banen die banen in de oude fossiele economie zullen vervangen. Het gaat hier om zeer gespecialiseerde sectoren in onze economie, nauwe samenwerking van onderwijsinstellingen met bedrijven, om- en bijscholing van werknemers en nieuwe opleidingen. Daarom is een krachtige investering in de Human Capital Agenda nodig. Hiervoor zijn de volgende werkstromen gedefinieerd: (1) Nationale kenniskaart, (2) Learning Communities, (3) Nationaal kennisplatform, (4) Nationaal Onderwijspakket, (5) Innovatie & opleidingsimpuls

Het onderstaande overzicht geeft een overzicht van de activiteiten.

Eind 2022 zijn drie deelprojecten gestart:

- De ontwikkeling van de regionale roadmaps (6 regio's)
- De ontwikkeling van de nationale learning community
- De ontwikkeling van het nationale kennisplatform

Wat gaan we doen in de HCA



Wat gaan we doen in de HCA GroenvermogenNL?

Doelstellingen voor 2023 en verder

Activiteiten die reeds gestart zijn worden voortgezet in regionale en landelijke projecten. Centraal hierin staat dan we zoveel mogelijk samen werken en samen delen in concrete producten:

1. Pilot docentprofessionalisering
2. Ontwikkeling doorlopende leerlijn
3. Ontwikkeling trajecten Leven Lang Ontwikkelen
4. Ontwikkeling faciliteiten
5. Ontwikkeling VR applicaties
6. Ontwikkeling toepassingen/leerbedrijven

Ad 1. Pilot docentprofessionalisering

De docenttraining verbindt de lopende ontwikkelingen MBO/HBO met het realiseren van opleidingscapaciteit in het MBO. In de eerste helft van 2023 vindt de pilot van de docentprofessionalisering plaats door het combineren van reeds beschikbare definities en onderwijsmateriaal. Deze docentprofessionalisering vindt plaats in de context van de learning community waterstoftechnologie.

De pilot wordt gerealiseerd met de koplopers groep Waterstofdocenten. Het zijn werk en leersessies waarin het delen van kennis en ervaring centraal staat. Een deelactiviteit richt zich op veiligheid van waterstof in de context van het onderwijs

Na de uitvoering van dit programma is de docent klaar voor de regionale uitvoering van basis keuzedeel waterstoftechnologie. Het basis keuzedeel Waterstoftechnologie is onderdeel van de kennisimpulsen die ook verdieping naar de thema's (Industrie, Mobiliteit en Gebouwde Omgeving) bieden. In de docentprofessionalisering werken we samen aan de onderwijsmateriaal voor de verdiepende thema's. Dit is een doorlopende ontwikkeling als onderdeel van de ontwikkeling van een nationaal onderwijspakket waterstoftechnologie in het kader van GroenvermogenNL .

Na de eerste pilot volgt een tweede. Op basis van de pilots worden trainingsmodules gebouwd waarmee mensen (cf. docenten) in de verschillende regio's kunnen worden opgeleid en gecertificeerd.

Kortom een landelijke examinering en decentrale opleiding waarbij de vorm kan variëren van cursussen naar teach-the-teacher.

We halen het beste resultaat door in co-creatie samen te werken met kracht en flexibiliteit ten behoeve van het kunnen realiseren van de versnelling in de waterstofeconomie.

Ad 2. Ontwikkeling doorlopende leerlijn

De doorlopende leerlijn betreft PO-VO-beroepsonderwijs. Voor het VO zijn de doelgroepen VMBO, HAVO / VWO en Technasia. Het basiskeuzedeel waterstoftechnologie kan hiervoor met aanpassingen gebruikt worden. Deze aanpassingen kunnen zijn:

- Aansluiten op digitale leeromgeving van Ozone (zie ad 3)
- Aansluiten op faciliteiten (zie ad 4)
- Aansluiten op Virtual Reality applicatie (zie ad 5)

Ad 3. Ontwikkeling trajecten Leven Lang Ontwikkelen

Hieronder valt alles wat ingezet kan worden buiten het reguliere onderwijs:

- Ozone modules
- Contract onderwijs MBO/HBO/WO
- Contractonderwijs wordt aangeboden als certificeerbare eenheid.
- Daarnaast kunnen certificaten worden behaald voor het veilig werken met waterstof en hoogvoltage systemen.
-

Ad 4. Ontwikkeling faciliteiten

Dit sluit aan op de docentprofessionalisering met faciliteiten aansluitend op de regionale ontwikkelingen. Opstellingen moeten op een goed en veilig ingezet kunnen worden. Het ontwerpen van installaties en die hieraan voldoen is onderdeel van de docentenopleiding. In deze opleiding worden de gebruikers gecertificeerd voor het veilig omgaan met de installaties en opstellingen.

Ad 5. Ontwikkeling VR applicaties

De basis VR applicatie gaat over de energieketen tot en met de toepassingsgebieden van waterstof. Deze wordt in 2022 vertaald naar het Nederlands, geschikt voor een grotere doelgroep in het onderwijs. Daarnaast bestaat het plan om VR applicaties te ontwikkelen op de werkprocessen in de keuzedelen waterstoftechnologie. Met deze applicaties kunnen studenten oefenen en kan hun voortgang gevolgd worden. Voor de keuzedelen zou het ook mogelijk kunnen zijn om VR als exameninstrument te gebruiken als opstap naar het behalen van een certificaat voor de praktijk.

Ad 6. Ontwikkeling toepassingen/leerbedrijven/proeftuinen

Practica en VR benaderen de realiteit. Deze wordt echt ervaren bij de bedrijven of als geoefend kan worden op full scale toepassingen. Dit kan dan bij de bedrijven of bij de tussenvorm: de leerbedrijven.

Contact en meer informatie

Roeland Hogt

RMM.Hogt@noorderpoort.nl

06 25681938

Links

Energy College:	https://energycollege.org/
Entrance:	https://www.en-tran-ce.org/
Groene Waterstof Booster:	https://www.groenewaterstofbooster.nl/
Kennisbank EnTranCe:	https://www.kennisbank.en-tran-ce.org/
GroenvermogenNL:	https://www.groenvermogennl.org/

Bijlage 1: Inhoud en samenhang onderwijs (keuzedelen)

Keuzedelen voor het MBO.

Keuzedeel	Inhoud
Waterstoftechnologie (basis) (K1049) STATUS: GEREED	Deze basismodule richt zich op kennisontwikkeling van de fysische eigenschappen en veiligheid, bedrijfseconomische overwegingen bij de toepassing van waterstoftechnologie, systeemoverzicht en systeeminzicht en begrip van ontwerp, installatie, monitoring en onderhoud. Het deel is generiek opgezet en biedt de mogelijkheid voor de inhoudelijke accenten gekoppeld aan de opleiding waar deze wordt gegeven.
Waterstoftechnologie in de Mobiliteit (K1152) STATUS EINDFASE ONTWIKKELING	Deze module gaat in op het gebruik van waterstoftechnologie in de mobiliteit, over land en water: zoals voertuigen, schepen en treinen De werkzaamheden betreffen installatie, monitoring , onderhoud en reparatie.
Waterstoftechnologie in de Gebouwde Omgeving (K1318) STATUS: EINDFASE ONTWIKKELING	Dit keuzedeel betreft het gebruik van waterstoftechnologie in de gebouwde omgeving; zoals huizen, kantoren, bedrijfspanden, aan boord van schepen, aan boord van werkstations op zee, etc. als energiedrager voor o.a. verlichting, verwarming, etc. Het betreft de complete installatie met een werkdruk lager dan 8 bar. De werkzaamheden betreffen installatie, monitoring , onderhoud en reparatie.
Waterstoftechnologie in de Industrie (K1319) STATUS: IN ONTWIKKELING	Dit keuzedeel gaat in op transport, opslag en toepassing van waterstof in de industriële omgeving in brandstofcellen, verbrandingstoepassingen (voor hoge temperatuurwarmte) of als chemische grondstof. Het betreft hier de verandering van de industriële omgeving door de transitie van de toepassing van aardgas naar waterstofgas als energiedrager en grondstof. De werkprocessen richten zich op installatie, monitoring , onderhoud en reparatie van de systemen in de energieketen tot aan de gebruiker
Waterstoftechnologie in de Energieketen STATUS: DEFINITIE GEREED. ONTWIKKELING NOG NIET GESTART	Dit keuzedeel gaat in op de verschillende manieren om (groene, grijze of blauwe) waterstof te produceren en de daaropvolgende processtappen om het gas geschikt te maken voor de toepassing mobiliteit, gebouwde omgeving en de industrie in brandstofcellen of verbrandingstoepassingen. Daarnaast wordt ingegaan op de manieren om waterstof op te slaan, te transporteren en te tanken De werkprocessen richten zich op installatie, monitoring , onderhoud en reparatie van de systemen in de energieketen tot aan de gebruiker. <i>De inhoud van dit keuzedeel is ondergebracht in het keuzedeel Waterstoftechnologie in de Industrie</i>

De keuzedeel bestaan steeds uit theoriedelen met oefenvragen, opdrachten en examinering. Daarnaast is er een kennisbank met verdiepende kennis beschikbaar. De modules zijn op zichzelf staande eenheden omdat het niet toegestaan is om een ingangseis te stellen gekoppeld aan andere keuzedelen.

Doordat ieder keuzedeel modulair is opgebouwd kunnen ze ook deels gebruik maken van dezelfde basiskennis. Zo worden brandstofcellen in het basiskeuzedeel geïntroduceerd en vindt in het keuzedeel mobiliteit de verdieping plaats naar de toepassing en diagnosestelling in voertuigen en vaartuigen. Diagnosestelling als vaardigheid komt ook voor in meerdere toepassingen zoals ook industrie, gebouwde omgeving en energieketen.

Inmiddels zijn landelijk 15 ROC's aangesloten in de online ruimte om samen te werken en kennis te delen. Naast dat kennis wordt gedeeld wordt en is er ook een landelijke examinering ontwikkeld.

Bijlage 2: Keuzedeel waterstoftechnologie

Context en doelstelling

Deze module levert een brede basiskennis op het gebied van waterstof. Hierbij wordt zowel gekeken naar de voordelen als de aandachtspunten bij het inzetten en gebruiken van waterstof. Het hele traject dat doorlopen wordt om waterstof te maken, transporteren en toe te passen wordt behandeld. Ook komen diverse (internationale) ontwikkelingen aan bod op het gebied van productie, veiligheid, transport, onderhoud en toepassingen (in zowel brandstofcellen als verbrandingsinstallaties). Als dit mogelijk is, worden er ook één of meer toepassingsgerichte excursies of bedrijfsbezoeken aangeboden.

Kennis

De brede kennis in het keuzedeel waterstof technologie wordt in de volgende hoofdstukken aangeboden:

- 1) Inleiding
- 2) Waterstoftechnologie, scheikunde en natuurkunde
- 3) Waterstoftechnologie: productie, opslag en transport
- 4) Waterstoftechnologie en veiligheid
- 5) Waterstoftechnologie in brandstofcellen
- 6) Waterstoftechnologie in verbrandingstoepassingen
- 7) Waterstoftechnologie in Automotive
- 8) Waterstoftechnologie in Maritiem
- 9) Waterstoftechnologie in Industrie
- 10) Waterstoftechnologie in Gebouwde omgeving
- 11) Waterstoftechnologie in Energieketen

Vaardigheden

- werkzaamheden en metingen aan brandstofcellen kunnen verrichten
- inzicht hebben in wat voor een goede, efficiënte werking van brandstofcellen nodig is
- veiligheidsvoorzieningen op het gebied van waterstof toe kunnen passen
- kennis en informatie over waterstof op kunnen zoeken en interpreteren
- kunnen overleggen en samenwerken om waterstofsysteem veilig en verantwoord in bedrijf te stellen en/of hier metingen aan te verrichten

Werkprocessen

- D1-K1-W1: Houdt ontwikkelingen over de toepassing van waterstoftechnologie bij
- D1-K1-W2: Installeren en monitoren
- D1-K1-W3: Onderhouden en repareren

Uitvoering

De module kan worden gevolgd als keuzedeel K1049 in het MBO met een erkend examen. De behandelde onderwerpen zijn afgeronde eenheden en kunnen daardoor ook als losse modules worden gebruikt voor om- en bijscholing (fysiek en/of online).

Beschikbaar materiaal:

De keuzedeel hoofdstukken zijn verwerkt in een dictaat. Per hoofdstuk wordt uitleg gegeven en zijn verwerkingsvragen en opdrachten opgenomen. Presentaties, animaties en filmmateriaal is als extra ondersteunend materiaal aanwezig.

Samenwerking en contactpersoon

Jan Jaap Das; jj.das@noorderpoort.nl; 0625681254

Bijlage 3: Keuzedeel waterstoftechnologie in de mobiliteit

Context en doelstelling

Deze module gaat in op het gebruik van waterstoftechnologie in de mobiliteit, over land en water: zoals voertuigen, schepen en treinen. De beginnend beroepsbeoefenaar leert hoe hij brandstofcellen in voertuigen of vaartuigen kan installeren, onderhouden en repareren. Tevens leert hij hoe hij een diagnose kan stellen bij storingen

Kennis

- K01: brandstofcellen bij voertuigen en vaartuigen
- K02: tankinstallaties voor waterstof in de mobiliteitsbranche
- K03: toepassing van waterstoftechnologie in de mobiliteitsbranche
- K04: veiligheidsvoorschriften bij het werken met vloeibaar en gasvormig waterstof
- K05: veiligheidsaspecten bij het werken met hoogspanning in elektrische voertuigen (R101 norm en EMC)
- K06: verbrandingsmotoren met waterstof
- K07: werkplaatsinrichting, kleding en persoonlijke bescherming bij het werken met voertuigen en vaartuigen met brandstofcellen

Vaardigheden

- V01: veiligheidsmaatregelen treffen die noodzakelijk zijn bij het werken met waterstof technologie bij voertuigen en vaartuigen
- V02: technische tekeningen lezen in de waterstoftechnologie en de daarbij behorende processtromen
- V03: oorzaken van systeem falen benoemen

Werkprocessen

- D1-K1-W1: Houdt ontwikkelingen over de toepassing van waterstoftechnologie in de mobiliteit bij.
- D1-K1-W2: Stelt diagnose aan brandstofcellen in voertuigen en vaartuigen
- D1-K1-W3: Onderhoudt en repareert brandstofcellen in voertuigen en vaartuigen

Uitvoering

De module kan gevolgd worden als keuzedeel K1152 in het MBO met een landelijk vastgestelde examinering. Daarnaast kunnen afgeleiden hiervan gerealiseerd worden in het kader van om en bijscholing in de vorm van trainingen (fysieke bijeenkomst of deels online) en masterclasses.

Certificering voor het veilig en deskundig werken aan waterstofsysteem kan hierbij additioneel worden aangeboden.

Beschikbaar materiaal:

Kennis en vaardigheden en werkprocessen zijn onderbracht in kleine submodulen die ook als apart deel kunnen worden gebruikt. Ieder deel bestaat uit een theorie (dictaat), presentatie, opdrachten en oefeningen.

Daarnaast geeft de digitale infrastructuur inzicht in kennis, experts, faciliteiten, onderzoek & ontwikkeling en toepassingen. Deze digitale infrastructuur heeft betrekking op Waterstof gerelateerde competenties MBO, HBO, WO.

Samenwerking en contactpersoon

Roeland Hogt ; RMM.Hogt@noorderpoort.nl; 06 25681938

Bijlage 4: Keuzedeel waterstoftechnologie in de gebouwde omgeving

Context en doelstelling

Deze module gaat in op het gebruik van waterstoftechnologie in de gebouwde omgeving, op het land en het water: zoals woningen, schepen en werkplatforms. De beginnend beroepsbeoefenaar leert hoe hij waterstofsyste­men in de gebouwde omgeving kan installeren, onderhouden en repareren. Tevens leert hij hoe hij data kan analyseren en adaptief reageren op storingen met inachtneming van de veiligheid.

Kennis

- Energietransitie
- Basis kennis
- Toepassing van waterstoftechnologie in de gebouwde omgeving (productie, transport, brandstofcel, verbranding)
- Smart Grid
- Internet of things
- Excursie (hybride leren)

Vaardigheden

- 21 CLD (Century learning design) professionele vaardigheden
- Student aan zet met 4CID (4 component instructional design) didactisch model
- Veiligheidsmaatregelen treffen die noodzakelijk zijn bij het werken met waterstof technologie in de gebouwde omgeving
- Assembleren/ installeren/ onderhouden en analyseren van een waterstof installatie in de gebouwde omgeving
- In- en uit bedrijf stellen van een waterstof installatie in de gebouwde omgeving
- Communiceren van data via netwerken in de gebouwde omgeving
- Analyseren van data (meet- en testwaarden)

Werkprocessen

Zodra het keuzedeel is vastgelegd door S-bb zijn ook de officiële werkprocessen bekend.

Officieus:

- D1-K1-W1: Houdt ontwikkelingen over de toepassing van waterstoftechnologie in de gebouwde omgeving bij.
- D1-K1-W2: Stelt diagnose aan (elektrolyse-) brandstofcelsystemen en verbrandingssyste­men in de gebouwde omgeving
- D1-K1-W3: Onderhoudt en repareert (elektrolyse-) brandstofcelsystemen en verbrandingssyste­men in de gebouwde omgeving

Uitvoering

De module kan gevolgd worden als keuzedeel K1318. in het MBO met een “landelijk vastgestelde” examinering. Daarnaast kunnen afgeleiden hiervan gerealiseerd worden in het kader van om en bijscholing in de vorm van trainingen (fysieke bijeenkomst of deels online) en masterclasses.

Certificering voor het veilig en deskundig werken aan waterstofsyste­men kan hierbij additioneel worden aangeboden.

Het katern dat kan worden ingezet is compleet en dekt de indicatoren van het keuzedeel. Het is vanuit het student perspectief opgezet. Er is volop ruimte gelaten voor iedere docent of organisatie om de eigen kleur aan het keuzedeel te geven.

Een brede klankbordgroep heeft het katern gescreend.

Beschikbaar materiaal:

Katern "Waterstof in de gebouwde omgeving". Vrij toegankelijk voor belangstellenden. Boekvorm en digitaal. Bevat deelopdrachten per thema.

Assessment met rubric's

Kleine proefopstellingen die door de student worden ontworpen en gebouwd als deelopdrachten

Diverse proefopstellingen zoals: Horizon-box, Horizon RC auto's, waterstof-buggy, waterstof BBQ, demo opstellingen EnTranCe, Under construction is een maquette i.s.m. diverse ROCa betreffende een "smart grid" van noord Nederland waar ook waterstof een rol speelt.

Samenwerking en contactpersoon

Cor Scholte; j.c.scholte@pl.hanze.nl ; 06 16191397

Bijlage 5: Keuzedeel waterstoftechnologie in de industrie

Context en doelstelling

De module biedt inzicht in de verschillende aspecten van waterstoftechnologie binnen de industriële omgeving. Het is een verdieping van zijn kennis en vaardigheden met betrekking tot industriële installaties en systemen met moderne ontwikkeling binnen de installatietechniek. De nadruk ligt daarbij op transport, opslag en toepassing van waterstof in de industriële omgeving. Daarbij speelt de transitie van aardgas naar waterstofgas als energiedrager en brandstof een belangrijke rol.

Kennis

- K01: Toepassingsgebieden van waterstoftechnologie in de industrie
- K02: Voor- en nadelen van waterstoftechnologie voor de industrie
- K03: Werking en karakteristieken van de relevante (sub)systemen in de waterstoftechnologie in de industrie
- K04: Algemene veiligheidsaspecten en regelgeving van vloeibaar en gasvormig waterstof
- K05: Specifieke veiligheidsaspecten voor waterstof in de industrie
- K06: Ontwerpeisen specifiek voor de industrie
- K07: Materialen en componenten die worden toegepast bij waterstoftechnologie in de industriële omgeving

Vaardigheden

- V01: Veiligheidsmaatregelen treffen die noodzakelijk zijn bij het werken met waterstoftechnologie in een industriële omgeving
- V02: Samenwerken en communiceren met technici uit meerdere vakdisciplines
- V03: Technische (demonstratie)systemen met waterstoftechnologie in de industriële omgeving installeren en bedienen
- V04: Technische tekeningen lezen in de waterstoftechnologie en de daarbij behorende processtromen
- V05: Werken met de bijbehorende moderne technische apparatuur

Werkprocessen

- D1-K1-W1: Bereidt installatiewerkzaamheden voor
- D1-K1-W2: Plaatst en monteert componenten en onderdelen
- D1-K2-W1: Lokaliseert en analyseert problemen
- D1-K2-W2: Stelt apparatuur, installatie in/af en lost problemen op

Uitvoering

De module kan gevolgd worden als keuzedeel K1319 in het MBO met een landelijk vastgestelde examinering. Daarnaast kunnen afgeleiden hiervan gerealiseerd worden in het kader van om- en bijscholing in de vorm van trainingen (fysieke bijeenkomst of deels online) en masterclasses.

Certificering voor het veilig en deskundig werken aan waterstofsysteem kan hierbij additioneel worden aangeboden.

Beschikbaar materiaal (wordt ontwikkeld in een pilot met de praktijk in 2022)

Kennis en vaardigheden en werkprocessen zijn onderbracht in kleine submodulen die ook als apart deel kunnen worden gebruikt. Ieder deel bestaat uit een theorie (dictaat), presentatie, opdrachten en oefeningen.

Daarnaast geeft de digitale infrastructuur inzicht in kennis, experts, faciliteiten, onderzoek & ontwikkeling en toepassingen. Deze digitale infrastructuur heeft betrekking op Waterstof gerelateerde competenties MBO, HBO, WO.

Samenwerking en contactpersoon

Willem Hazenberg; w.hazenberg@drenthecollege.nl ; 06 20973851

Bijlage 6: Ozone kennismaking waterstoftechnologie

Context en doelstelling

Deze online modules, van ieder circa 30 minuten, zijn door A+O Metalektro afgeleid van het keuzedeel waterstof technologie basis (K1049) en verzorgen de kennismaking met de waterstoftechnologie. Hierbij wordt zowel gekeken naar de voordelen als de aandachtspunten bij het inzetten en gebruiken van waterstof.

Kennis

De kennis wordt in de volgende modules aangeboden:

1. Inleiding
2. Waterstoftechnologie, scheikunde en natuurkunde
3. Waterstoftechnologie: productie, opslag en transport
4. Waterstoftechnologie en veiligheid
5. Waterstoftechnologie in brandstofcellen
6. Waterstoftechnologie in verbrandingstoepassingen
7. Waterstoftechnologie in Automotive
8. Waterstoftechnologie in Maritiem
9. Waterstoftechnologie in Industrie
10. Waterstoftechnologie in Gebouwde omgeving
11. Waterstoftechnologie in Energieketen

Vaardigheden

Niet van toepassing.

Werkprocessen

Niet van toepassing.

Uitvoering

Iedere module bestaan uit presentaties, animaties, filmmateriaal en quizen.

Beschikbaar materiaal:

De modules kunnen online gevolgd worden via het ozone platform van A+O Metalektro

<https://www.ozone.nl/>

Samenwerking en contactpersoon

Roeland Hogt ; RMM.Hogt@noorderpoort.nl; 06 25681938