

# Eindrapportage MegaWatt Design Delfzijl

## Inleiding

Nouryon Industrial Chemicals bv en Gasunie New Energy bv zijn een samenwerking aangegaan om een waterstoffabriek te realiseren op het Chemiepark Delfzijl. Deze waterstoffabriek zal de grootste water elektrolysefabriek in Europa worden. Met de fabriek willen Nouryon en Gasunie ervaring opdoen met de bedrijfsmatige conversie van duurzame elektriciteit in waterstof door elektrolyse van water en de distributie en inzet in het chemische proces van haar klant BioMCN. Het vermogen van de installatie zal 20 MWe bedragen. Hiermee is het mogelijk om bijna 3,5 kiloton groene waterstof per jaar beschikbaar te maken.

Alhoewel 3.5 kiloton een significante hoeveelheid waterstof is, is het nog steeds slechts een klein gedeelte van de totale waterstofvraag in Nederland (110 PJ wat correspondeert met 775 kiloton). Bovendien wordt verwacht dat deze vraag richting 2050 flink zal toenemen<sup>1</sup>. Op termijn zullen dan ook veel grotere water elektrolysefabrieken nodig zijn met vermogens van meer dan een GW. De 20 MWe fabriek kan gezien worden als een kleine maar belangrijk opstap naar deze grotere fabrieken.

Bij het realiseren van een chemische fabriek moeten veel technische en niet-technische vragen beantwoord worden en dat is bij deze water-elektrolysefabriek niet anders. Enkele vragen van deze vragen zijn:

- Wat is de meest geschikte water elektrolyse-technologie voor de 20 MWe fabriek?
- Hoe kunnen we de fabriek optimaal aansluiten op het elektriciteitsnet?
- Hoe kunnen we de fabriek zo ontwerpen dat we hem flexibel kunnen bedienen?
- Kunnen we de zuurstof ook gebruiken?
- Welke gaszuiverheden van waterstof en zuurstof zijn nodig en welke zuiveringsstappen zijn nodig om die te bereiken?
- Is de zuiverheid van het demiwater beschikbaar op het Chemiepark Delfzijl voldoende voor de elektrolyse of is een extra zuiveringsstap benodigd?
- Hoe zorgen we ervoor dat de fabriek veilig is? Wat zijn de belangrijkste risico's?
- Welke waterstofinfrastructuur is nodig om de waterstof bij de klant te brengen?
- Wat voor automatiserings- en digitaliseringstechnologie willen we implementeren in de fabriek?
- Hoe zorgen we ervoor dat de fabriek voldoet aan de geluidsnormen?
- Hoe koelen we de fabriek?
- Wat kost de fabriek nu echt?

In het project MWdesignDelfzijl hebben Nouryon en Gasunie samen gewerkt aan het beantwoorden van deze vragen. De concrete doelen van het project waren als volgt:

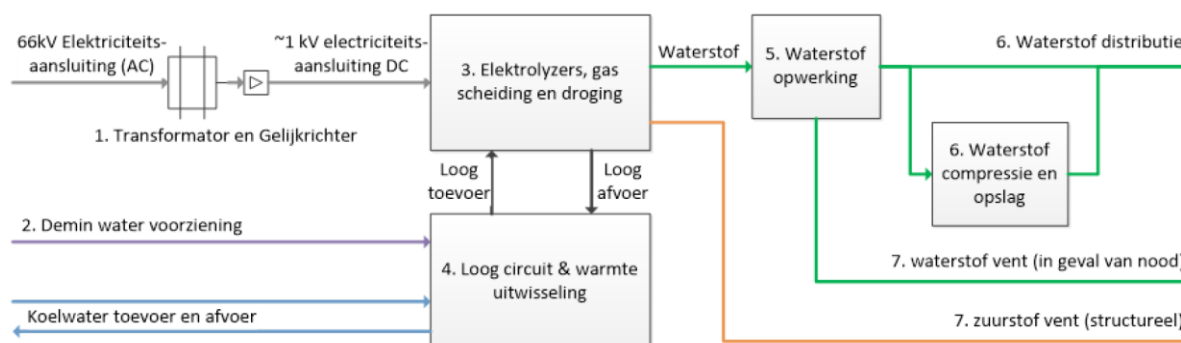
- Het uitvoeren van een voorbereidingsstudie voor een demonstratieproject van een nieuwe 20 MWe water elektrolysefabriek en de benodigde waterstofinfrastructuur.
- Het maken van een kostenschatting voor het project.

---

<sup>1</sup> HYCHAIN 1: Assessment of future trends in industrial hydrogen demand and infrastructure, ISPT, July 2019

## Resultaten van het project

Het project heeft Nouryon en Gasunie een beter begrip gebracht rondom de technische aspecten en kosten van de 20 MWe waterelektrolyse, waarvan een schematische weergave te zien is in Figuur 1. Enkele belangrijke resultaten en conclusies van het project staan hieronder beschreven.



Figuur 1: schematische weergave water elektrolyse fabriek

## Keuze van electrolyzer technologie

Er zijn twee waterelektrolyse-technologieën die commercieel verkrijgbaar zijn op MW-schaal, namelijk alkaline technologie en PEM (proton exchange membrane) technologie. Foto's van beide types elektrolyzers zijn afgebeeld in Figuur 2. Over het algemeen geldt dat alkaline elektrolyzers relatief groot en inflexibel zijn, terwijl PEM elektrolyzers klein, compact en flexibel zijn. Daar staat echter tegenover dat PEM elektrolyzers relatief veel dure en zeldzame materialen bevatten, terwijl dit bij alkaline elektrolyzers veel minder het geval is.



Figuur 2: een 2 MW alkaline waterelektrolyzer (links) en een 2 MW PEM water elektrolyzer (rechts)

Op basis van onze analyse van het huidige commerciële aanbod blijkt dat alkaline technologie op het moment aantrekkelijker is dan PEM-technologie. Het heeft namelijk zowel lagere investeringskosten als ook een lager energieverbruik. De hogere flexibiliteit en het lagere gewicht van de PEM-technologie zijn momenteel niet voldoende om dit kostentechnisch te compenseren.

Er zijn verschillende studies die suggereren dat PEM-technologie op termijn wel goedkoper en efficiënter worden dan alkaline<sup>2</sup>. Als dit inderdaad het geval zou zijn, zou dit een reden kunnen zijn

om nu toch al voor PEM-technologie te kiezen. Echter, deze studies gaan vaak voorbij aan het ontwikkelingspotentieel dat ook de alkaline technologie nog heeft. Meer recentere studies concluderen dan ook dat het waarschijnlijk is dat ook op de lange termijn alkaline de goedkopere en efficiëntere technologie blijft<sup>3</sup>. Op basis van het bovenstaande kunnen we concluderen dat alkaline technologie de meest geschikte technologie lijkt voor grootschalige water elektrolyse.

Binnen de alkaline technologie zijn er verschillende varianten, zoals atmosferische of drukelektrolyse en lage en hoge stroomdichtheid technologie. Welke van deze varianten het meest aantrekkelijk is voor zowel de nabije en de verre toekomst is nu nog moeilijk te zeggen en zal verder worden onderzocht door Nouryon en Gasunie.

### Keuze van locatie

Bij het kiezen van een goede locatie voor de 20 MWe fabriek zijn een aantal factoren van belang, zoals de afstand tot een geschikte elektriciteitsaansluiting, de afstand tot de waterstofafnemer (in dit geval BIOMCN), de afstand tot benodigde utiliteiten, zoals gedemineraliseerd water en koelwater en het feit dat de locatie geschikt moet zijn voor de bouw van een chemische fabriek. Op basis hiervan is door Nouryon en Gasunie een geschikte locatie geïdentificeerd, die is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: beoogde locatie (oranje vlak) van 20 MWe elektrolysefabriek

### Investeringskosten en schaafeffecten

Voor de uiteindelijke betaalbaarheid van de energietransitie is het van belang dat elektrolyse-installaties niet te duur zijn. Over hoe die betaalbaarheid het best bereikt kan worden bestaan nog verschillende toekomstvisies in de groene waterstofwereld. Een toekomstvisie gebaseerd op grootschalige centrale elektrolyse, opslag, transport en distributie en een toekomstvisie gebaseerd op decentrale elektrolyse en lokale opslag. Een vaak gehoord argument voor de decentrale visie is dat elektrolyse slecht schaal, wat betekent dat grote installaties niet veel goedkoper zouden zijn dan kleine installaties.

<sup>2</sup> Development of water electrolysis in the European Union, FCH JU 2014

<sup>3</sup> The Future of Hydrogen, IEA, 2019

Op basis van dit project concluderen Nouryon en Gasunie echter dat er wel degelijk een sterk schaaleffect is. De elektrolyzers zelf schalen inderdaad niet goed, maar de schaaleffecten gelden wel degelijk voor de apparatuur eromheen en veel andere projectkosten, zoals bijvoorbeeld de elektriciteitsaansluiting en de civiele kosten. Nouryon en Gasunie komen zelfs tot de conclusie dat 20 MWe eigenlijk nog “te klein” is en verwachten nog significante kostenvoordelen door naar fabrieken van groter dan 100 MWe te gaan. De 20 MWe fabriek is echter wel een vereiste technologische opschalingsstap alvorens tot deze grotere fabrieken te komen.

Wat betreft investeringskosten kan verder worden opgemerkt dat deze nog wat hoger liggen dan in veel internationale rapporten wordt aangegeven. Reden hiervoor is dat de kosten van de realisatie van een elektrolyse-installatie worden onderschat. De nadruk in de rapporten ligt namelijk vaak op de elektrolyzers en de apparatuur daar direct omheen (de zogenaamde balance of plant) en er is minder aandacht voor kosten voor o.a. de elektriciteitsaansluiting, civiel, aansluiting van utiliteiten, engineering, veiligheidsaspecten en automatisering.

### Flexibiliteit en opslag

Nouryon en Gasunie beogen de water elektrolysefabriek flexibel te opereren, zodat optimaal wordt aangesloten bij het variabele aanbod van hernieuwbare elektriciteitsbronnen zoals zon en wind. In de praktijk betekent dit dat het productieniveau van de elektrolyzer voor korte duur (<15 min) zal worden aangepast om het elektriciteitsnet te balanceren.

Hiervoor is het belangrijk dat de elektrolysetechnologie voldoende flexibel is. Voor PEM-technologie heeft dit altijd gegolden, maar alkaline technologie is van oudsher meer gericht op vollast operatie, omdat de meeste gerealiseerde fabrieken verbonden waren aan waterkrachtinstallaties. In het project is echter gebleken dat er tegenwoordig ook een aantal alkaline elektrolyzers op de markt zijn, die voldoende flexibel zijn. Het flexibel opereren van de elektrolyzers is dus geen probleem.

Veel afnemers van groene waterstof zijn echter minder flexibel. Chemische processen vinden bijvoorbeeld vaak plaats bij hoge temperaturen en drukken, waardoor ze niet snel op- en af te schakelen zijn. Voor een goede waterstoflevering aan deze afnemers is daarom een zekere mate van opslag van groene waterstof nodig. Voor de lange termijn lijken zoutcavernes het meest geschikt voor tijdelijke, grootschalige opslag van energie. Voor het 20 MWe project is een zoutcaverne echter nog te groot en zal een aparte kleinschalige waterstofopslag worden gebouwd.

### Veiligheidsaspecten

Veiligheid is een absolute randvoorwaarde voor de water elektrolyse fabriek. In een elektrolyzer worden waterstof en zuurstof gemaakt, gassen die samen een explosief mengsel kunnen vormen. De gassen worden slechts gescheiden door een dun membraan en daarom is het heel belangrijk dat veiligheidsrisico's uitgebreid worden onderzocht. Gasunie heeft een 1 MW PEM electrolyser operationeel en Nouryon heeft uitgebreide ervaring op het gebied van chlor-alkali elektrolyse, wat in veel opzichten vergelijkbaar is met water elektrolyse. Beide partijen weet dus welke veiligheidsmaatregelen moeten worden genomen om een ongeluk uit te kunnen sluiten. Een belangrijk verschil met chloor-alkali elektrolyse is wel dat er ook alkaline water elektrolyzers zijn die op verhoogde druk opereren, wat bij chloor-alkali elektrolyse niet het geval is. Deze verhoogde druk brengt potentieel extra risico's met zich mee. In het project hebben Nouryon en Gasunie dan ook uitgebreid gekeken naar de veiligheidsaspecten van drukelektrolyse en geconcludeerd dat meer onderzoek op dit gebied noodzakelijk is.

## Zuurstof

Er is op het moment nog geen zuurstofnetwerk op het chemiepark Delfzijl en de vraag naar zuivere zuurstof is te beperkt om de elektrolyzer geschikt te maken voor het afvangen en vermarkten van de zuurstof. De zuurstof die door de fabriek wordt geproduceerd zal daarom voorlopig worden afgeblazen.

## Automatisering en digitalisering

Nouryon en Gasunie beogen hun nieuwe waterelektrolysefabriek zoveel mogelijk "Industry 4.0" te maken. Dit betekent o.a. dat er niet continue personeel bij de fabriek zal zijn, dat de fabriek van afstand bestuurd kan worden en dat er slimme sensoren zijn die tijdig waarschuwen wanneer een onderdeel van de fabriek moet worden vervangen. Ook zal het flexibel opereren van de fabriek niet gebeuren door een operator, maar door een slim algoritme dat reageert op de condities in de elektriciteitsmarkt. Op basis van het uitgevoerde project lijken al deze zaken voor de 20 MWe fabriek haalbaar.

## Vervolgstappen

Ook na de officiële afronding van het "MWdesign Delfzijl" project blijven Nouryon en Gasunie doorgaan met de verdere ontwikkeling van de 20 MWe elektrolysefabriek in Delfzijl. Het momentum voor groene waterstof is namelijk onverminderd groot in Noord-Nederland en Nouryon en Gasunie willen op dit gebied een leidende rol blijven spelen.

De volgende stap in de realisatie van de 20 MWe elektrolysefabriek is het maken van een zogenaamd "basic engineering package", waarin precies wordt vastgelegd hoe de fabriek eruit zal zien. Pas daarna zal begonnen worden met het daadwerkelijke bouwen van de fabriek. De verwachting is dat de fabriek in 2022 operationeel zal zijn.

## Bijdrage aan de doelstellingen van de subsidieregeling

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Een van de doelen van de subsidiemodule Waterstof is het ondersteunen van pilotprojecten die bijdragen aan het realiseren van een kostprijsreductie voor productie van waterstof. Het MWdesign Delfzijl project heeft bijgedragen aan deze doelstelling door inzichtelijker te maken wat de kostenposten zijn in waterelektrolysefabrieken, waardoor het makkelijker wordt om in de toekomst kostenreducties voor de hele fabriek te realiseren (en niet alleen voor de elektrolyzer).

## Verdere informatie

Voor meer informatie over het project kunt u contact opnemen met Nouryon (joost.sandberg@nouryon.com) of Gasunie ([k.g.wiersma@gasunie.nl](mailto:k.g.wiersma@gasunie.nl))