

# HyFLOW/Green Octopus Grensoverschrijdende ecosystemen vanuit Vlaams- Nederlands perspectief



WaterstofNet

Adwin Martens  
April 2020

## Inhoud

Samenvatting .....	3
1. Opdracht.....	5
2. HyFLOW als voorloper .....	7
3. Beleidscontext en IPCEI (Important projects of European Common Interest) .....	10
3.1 Beleidscontext.....	10
3.2 IPCEI (Important Projects of Common European Interest) .....	12
4. Green Octopus: ambitie, deelprojecten en tijdslijn .....	15
4.1 Ambitie.....	16
4.2 Vlaams-Nederlandse ervaring/troeven met waterstof.....	18
4.3 Deelprojecten, bedrijven en tijdslijn.....	25
5. Inventarisatie Vlaams-Nederlandse actoren/ecosystemen rond waterstof.....	38
5.1 Vlaamse actoren/ecosystemen rond waterstof.....	38
5.2 Nederlandse actoren/ecosystemen rond waterstof .....	42
6. Complementariteit/versterking Vlaams-Nederlandse ecosysteem.....	45
7. Samen denken over beleid en financieringsmogelijkheden .....	50
8. Conclusies .....	56

## Samenvatting

Op vlak van waterstof is de samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland al 10 jaar geleden gestart met het Interreg-project Waterstofregio. In dit project zijn een aantal unieke projecten gerealiseerd op vlak van waterstof met directe betrokkenheid van bedrijven en overheden uit Vlaanderen en Nederland. Via opvolgproject Waterstofregio 2.0 is deze samenwerking uitgegroeid tot een grensoverschrijdend ecosysteem van meer dan 100 spelers, verdeeld over de gehele waardeketen.

Hieruit voortvloeiend heeft zich in 2018 een nieuw groot grensoverschrijdend projectidee ontwikkeld, eerst bekend als HyFLOW, later benoemd als Green Octopus.

HyFLOW/Green Octopus is een grensoverschrijdend concept tussen Nederland en Vlaanderen dat een sterke toekomstvisie geeft rond de uitbouw van een Vlaams Nederlands industrieel ecosysteem, en dat gericht is op de grootschalige implementatie van waterstof om diverse sectoren koolstofneutraal te maken in de komende decennia.

Green Octopus betekent: grootschalige productie van duurzame waterstof, gekoppeld aan duurzame energiebronnen, importeren via de havens, transporteren via een uitgebreid waterstofleidingnet (voornamelijk hergebruik aardgasinfrastructuur) en gebruiken in alle sectoren (energie, industrie, transport, bebouwde omgeving).

Sinds 2018 hebben belangrijke industriële spelers uit de regio Vlaanderen/Nederland concrete grootschalige projectenideeën aangekondigd, die in het concept van Green Octopus passen, zowel op vlak van productie, transport als voor het gebruik van waterstof. In deze studie is een overzicht gemaakt van alle tot nu toe gepubliceerde deelprojecten (meer dan 40 !) van Green Octopus, waarbij per project de schaalgrootte, de spelers en de voorziene timing zijn vermeld.

Vanuit Europa is Green Octopus opgemerkt als één van de mogelijke overkoepelende initiatieven binnen het Europese IPCEI programma (Important Projects of Common European Interest). Het IPCEI-programma is gericht op het ontwikkelen van Europese waardeketens/ecosystemen rond waterstof. Accent bij Green Octopus is dus dat het een bijdrage levert aan de creatie van een Europese competitieve industriële waardeketen op weg naar een duurzame Europese economie en klimaatneutrale samenleving. Dit betekent dat het reeds bestaande grensoverschrijdende ecosysteem rond waterstof in Vlaanderen en Nederland versneld verder moet worden uitgebouwd. Dit past niet alleen in de Europese Green Deal ambities, maar het sluit ook aan bij de beleidsvisies in Vlaanderen en Nederland.

Hiertoe zijn in deze studie de bestaande ecosystemen geanalyseerd. In Vlaanderen is er één duidelijke Waterstof Industrie Cluster met meer dan 55 leden actief, terwijl er in Nederland diverse parallelle ecosystemen rond waterstof actief zijn. In een recente studie<sup>1</sup> van FME konden in Nederland zelfs 274 bedrijven gelinkt worden aan (mogelijke) waterstofactiviteiten.

---

<sup>1</sup> Waterstof: kansen voor de Nederlandse industrie, Ekinetix en Stratelligence, Oktober 2019

Op basis van de waterstofspelers in de bestaande ecosystemen in Vlaanderen en Nederland en de ambities van Green Octopus is per onderdeel van de waardeketen bekeken welke Nederlandse en Vlaamse technologiespelers actief zijn. Samenwerking van deze spelers binnen het Green Octopus concept zou de grensoverschrijdende regio een bijzonder sterke technologiepositie geven in Europa. Met name op het vlak van elektrolyse, infrastructuur en heavy-duty transport heeft de regio nu al topspelers in haar gebied actief en kan zij zich door grensoverschrijdende samenwerking in Europa tot de koplopers rekenen.

Een sterke basis om Nederland en Vlaanderen samen te laten werken zou de 'programmatische aanpak van waterstof' kunnen zijn, zoals die begin januari 2020 in opdracht van de Nederlandse overheid is opgesteld. Het is niet nodig om deze aanpak formeel onderdeel van het beleid te maken, maar het kan een goed hulpmiddel zijn om 'in the field' samen te werken. Met name het onderdeel 'laten zien in grootschalige praktijkprojecten' ligt volledig in lijn met zowel Green Octopus als met de potentiële kracht van grensoverschrijdende, structurele samenwerking tussen Nederlandse en Vlaamse spelers.

Green Octopus sluit ook volledig aan bij de Europese 'Green Deal', de nieuwe industriestrategie van Europa, het IPCEI Hydrogen Technologies & Systems en belangrijke en omvangrijke financieringsinstrumenten (ETS-IF, CEF, FCH-JU, EIB)<sup>2</sup> bieden allemaal ambities en mogelijkheden voor waterstof, aangezien grootschalige implementatie van waterstof als noodzakelijk wordt beschouwd om te gaan naar een volledige koolstofneutrale energiesector, industrie, transportsector en bebouwde omgeving.

Green Octopus biedt hiermee een unieke kans om als grensoverschrijdende regio's het voortouw in NW-Europa te nemen en hiermee de basis te leggen voor een NW-Europees waterstofecosysteem.

Aanbeveling is dat daarom prioritair gewerkt wordt aan de versterking van de samenwerking tussen Nederland en Vlaanderen op vlak van technologie en ambitie rond waterstof omdat deze grensoverschrijdende regio unieke kansen en financieringsmogelijkheden heeft om koploper te zijn rond waterstof in Europa.

---

<sup>2</sup> ETS-IF: Emissions-Trading System-Innovation Fund, CEF: Connecting Europe Facility, FCH-JU: Fuel Cells & Hydrogen Joint Undertaking, EIB: European Investment Bank

# 1. Opdracht

De opdracht omvat het uitwerken van een studie voor een intensere samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland op het gebied van waterstof, concreet gemaakt in een zogenaamde 'waterstof-corridor-Vlaanderen-Nederland': HyFLOW/GreenOctopus.

Vanuit de Vlaamse overheid was de opdracht als volgt geformuleerd:

*In de studie dient onderzocht te worden op welke manier een waterstof-corridor tussen Vlaanderen en Nederland kan gerealiseerd worden en welke nieuwe bijkomende economische opportuniteiten dit voor Vlaamse en Nederlandse bedrijven met zich meebrengt of met andere woorden hoe dit kan bijdragen tot een versterking van het Vlaams-Nederlandse ecosysteem, van onder meer de bedrijven in het innovatieve bedrijfsnetwerk (IBN) Power to Gas (thans de Waterstof Industrie Cluster).*

*De studie zal de volgende elementen bevatten :*

- *technisch concept HyFLOW in overleg met bedrijven en overheden in Vlaanderen en overleggen met Nederland*
- *inventarisatie van huidige infrastructuur op vlak en aardgas en waterstof en mogelijke waterstofhubs van eindgebruikers*
- *inventarisatie van het Vlaams Nederlandse ecosysteem, in het bijzonder met inbegrip van de bedrijven in het innovatieve bedrijfsnetwerk Power to Gas, met oog op de identificatie van toekomstige economische opportuniteiten*
- *inventarisatie van mogelijkheden en knelpunten op vlak van technologie, financiën, vergunningen*
- *Stappenplan met draagvlak bij bedrijven en overheden*

Vanuit de Nederlandse overheid was de opdracht als volgt geformuleerd:

*De opdracht omvat het uitwerken van een studie (analyse en projectplan) voor een intensere samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland op het gebied van waterstof, concreet gemaakt in een zogenaamde 'waterstof-corridor-Vlaanderen-Nederland'. Het projectidee is initieel opgestart als 'HyFLOW', maar op vraag van Europa vertaald naar een Europees projectidee 'Green Octopus'. Meer specifiek behelst de studie het onderzoek op welke manier de waterstof-corridor-Vlaanderen-Nederland gerealiseerd kan worden:*

- *beschrijven van innovatieve technologieën/toepassingen en bijbehorende bedrijven*
- *in kaart brengen van de noodzakelijke stakeholders en bijbehorende bedrijven*
- *onderzoeken hoe het Vlaams-Nederlandse innovatie-ecosysteem op het gebied van waterstof versterkt kan worden*
- *in kaart brengen van gewenste beleidsontwikkelingen*

In overleg met de Vlaamse en Nederlandse overheid is afgesproken dat één rapport opgesteld zou worden, waarin de vragen van beide overheden worden behandeld.



Leeswijzer

Er is gestart met beschrijving van het idee HyFLOW (hoofdstuk 2).

In hoofdstuk 3 wordt kort de beleidscontext voor waterstof op diverse niveaus geschetst (mondiaal, Europees, Vlaams en Nederlands) en wordt het voor HyFLOW/GreenOctopus relevante Europese steunprogramma 'Important Projects of Common European Interest' toegelicht.

In hoofdstuk 4 bij de beschrijving van Green Octopus worden allereerst de beleidscontext (Europa, Vlaanderen, Nederland) en de ambitie beschreven. Daarna volgen de verschillende deelprojecten in Vlaanderen en Nederland, met daarbij aangegeven de betrokken bedrijven, de schaalgrootte en de tijdslijn. Hoewel bij Green Octopus al een aantal belangrijke regionale bedrijven betrokken zijn, is het aantal bedrijven in Vlaanderen en Nederland op vlak van waterstof veel groter dan deze vermeld in hoofdstuk 4.

Daarom zijn in hoofdstuk 5 de spelers van het Vlaamse ecosysteem en het bestaande Nederlandse ecosysteem rond waterstof beschreven.

Vervolgens is in hoofdstuk 6 per onderdeel van de waardeketen opgesomd welke Nederlandse en welke Vlaamse spelers actief zijn. Samenwerking van deze spelers zal de Vlaams-Nederlandse positie in Europa versterken.

Hoofdstuk 7 geeft aan hoe de volgende stappen voor verdere ontwikkeling van Vlaams-Nederlandse samenwerking zouden kunnen passen in de programmatische aanpak van waterstof in Nederland en in de Vlaamse ambities in het domein van waterstof zoals verwoord in het Vlaamse regeerakkoord 2019-2024 en de Vlaamse beleidsnota Economie, Wetenschapsbeleid en Innovatie 2019-2024. Ook wordt een aantal voor waterstof belangrijke financieringsinstrumenten vanuit Europe kort toegelicht, zodat de komende jaren voor de realisatie van Green Octopus maximaal gebruik gemaakt kan worden van Europese middelen.

In hoofdstuk 8 worden de conclusies van deze studie geformuleerd.

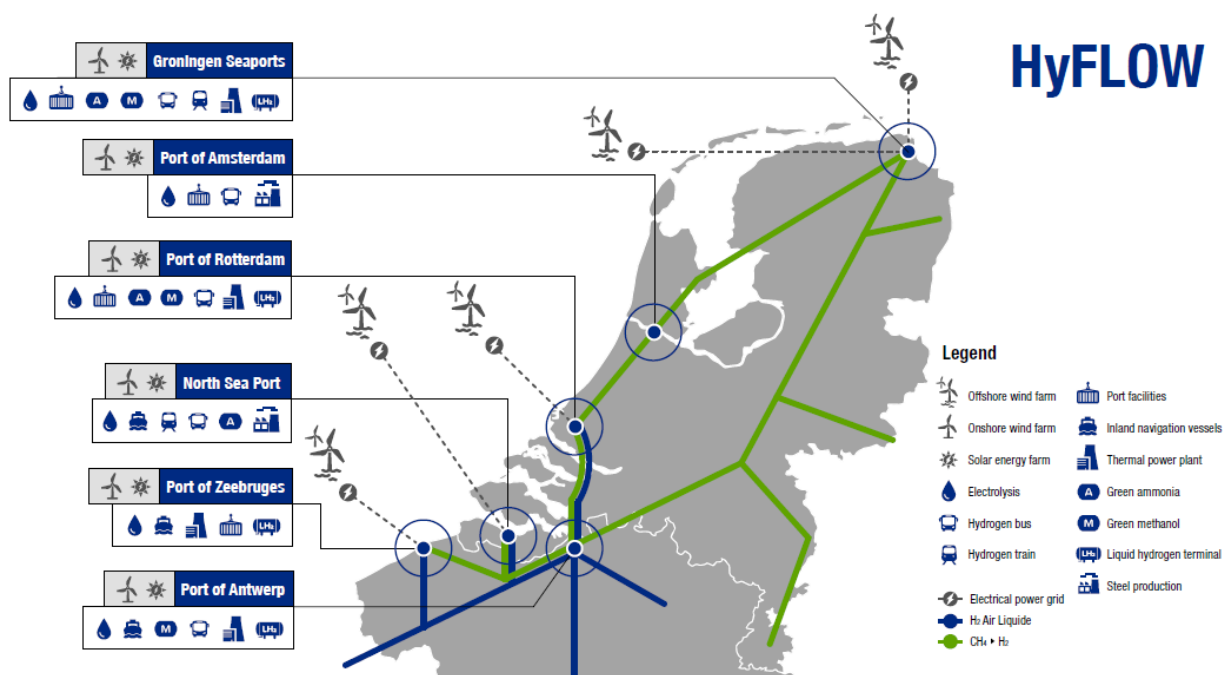
## 2. HyFLOW als voorloper

Het idee van HyFLOW ("Creating the **flow** of **hydrogen** between **Flanders** and The **Lowlands**, facilitated by the ports) kwam voort uit overleg tussen WaterstofNet en professor Ad van Wijk in 2018 als mogelijk projectvoorstel voor de oproep van JU-FCH (Joint Undertaking Fuel Cells & Hydrogen) om een 'hydrogen valley' te creëren.

Kern van het idee was het verbinden van een aantal havens van Zeebrugge tot aan Groningen via een backbone voor waterstof, voornamelijk bestaande uit leidingen die nu nog gebruikt worden voor transport van aardgas.

Navraag bij JU-FCH leverde op dat het beoogde geografische gebied van HyFLOW te groot was om in aanmerking te komen voor subsidiëring als 'hydrogen valley'.

Omdat het idee op zich nog steeds waardevol was, is in eerste instantie een grafische voorstelling en projectbeschrijving gemaakt van HyFLOW.



Figuur 2.1 : HyFLOW als waterstof-corridor door Vlaanderen en Nederland

**Vlaanderen – Nederland zijn ideaal gelegen en uitgerust voor grootschalige omzetting van offshore wind naar waterstof.**

Vlaanderen en Nederland hebben aan de Noordzee een gezamenlijke kustlijn van 420 km, waarin de komende jaren sterk geïnvesteerd wordt in de bouw van offshore windparken. Bij het koppelen van deze offshore windparken aan de lokale energiebehoefte biedt de grootschalige omzetting van offshore wind

naar waterstof (power to gas) een oplossing. Als de bestaande aardgasleidingen geconverteerd worden naar gasleidingen die geschikt zijn voor waterstof, dan kan bijvoorbeeld de bestaande infrastructuur gebruikt worden. Naast een zeer dicht aardgasnet in Vlaanderen en Nederland heeft de regio ook nog de unieke positie, dat zij het hart van het grootste ondergrondse waterstofleidingnetwerk ter wereld van Air Liquide herbergt: er is dus ervaring op vlak van grootschalig transport van waterstof via leidingen. Verder hebben Vlaanderen-Nederland internationale verbindingen (Noorwegen, Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Denemarken, Luxemburg, Frankrijk) op het vlak van elektriciteit en gas met de omringende landen, zodat Vlaanderen-Nederland als een centrale 'energiehub' kan gaan functioneren.

**Een toekomstige “waterstof -corridor”, een volledig fysieke verbinding voor waterstof tussen Eemshaven en Zeebrugge, die onder meer gebruik maakt van bestaande aardgasleidingen, het bestaande ondergrondse waterstofleidingennetwerk, nieuwe infrastructuur en de havens van de Noordzee (Gent-Terneuzen), Antwerpen, Rotterdam en Amsterdam verbindt, zal de ruggengraat zijn voor een groene waterstof economie.**

Momenteel is het verdienmodel van de havens sterk gericht op de import van brandstoffen en de productie van chemische producten en staal, die quasi volledig gebaseerd zijn op fossiele brandstoffen. De havens kunnen een cruciale rol spelen in het grootschalig importeren van groene waterstof of waterstofafgeleiden, afkomstig van hetzij offshore groene waterstof geproduceerd in de Noordzee, hetzij elders in de wereld geproduceerde groene waterstof. Daarnaast maakt het gebruik van groene waterstof zowel de chemie als de staalindustrie duurzamer. Vertrekkend vanuit de havens kunnen vervolgens waterstoftransportleidingen naar het binnenland ontwikkeld worden en kan zo een sterke positie in Europa opgebouwd worden. Specifiek wordt hierbij gedacht aan koppeling met de ARRRRA-cluster, de Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr-Area (ARRRA) cluster, waarin 40% van de chemische producten in Europa wordt geproduceerd. En wereldwijd behoort deze cluster qua productiecapaciteit tot op dit moment tot de top drie van sterkste chemische clusters ter wereld, samen met Houston en Jubail.<sup>3</sup>

**Vlaanderen-Nederland hebben een aantal sterke technologiebedrijven die door samenwerking een unieke waardeketen voor waterstoftechnologie in Europa vormen**

Vlaanderen en Nederland hebben een aantal unieke technologiebedrijven over de volledige waardeketen: vanaf de productie van waterstof, via transport en opslag tot aan het eindgebruik. Bestaande industriële clusters rond waterstof in Vlaanderen en Nederland tonen nu al aan dat meer dan 50 bedrijven momenteel actief/geïnteresseerd zijn in de verdere ontwikkeling van waterstoftoepassingen. Zo is tussen Yara en DOW een aardgasleiding omgebouwd naar gebruik voor waterstof. In Nederland studeren diverse consortia van bedrijven (onder meer Nouryon (voormalig AkzoNobel chemie), TataSteel, Engie, Gasunie) op grote (meer dan 100 MW) water electrolyse installaties voor de productie van waterstof. In Rotterdam is een consortium van bedrijven verenigd in H-vision, aan het studeren op grootschalige waterstofproductie op basis van aardgas en met afvang en ondergrondse opslag van de vrijkomende CO<sub>2</sub>. En in de Eemshaven hebben Nuon-Vattenfall, Equinor en Gasunie, concrete plannen voor de toepassing van waterstof in een gasgestookte elektriciteitscentrale. In Vlaanderen bestuderen Colruyt Group en Fluxys het HyOFF-wind

---

<sup>3</sup> Vlaams – Nederlandse strategie voor een toekomstgerichte chemie, [https://www.ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/chemiestrategie\\_2.pdf](https://www.ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/chemiestrategie_2.pdf)



project van 25 MW power-to-gas installatie in de haven van Zeebrugge. Daarnaast wordt bij Terra Nova in Zelzate een 1-2 MW elektrolyseplant ontwikkeld en zijn er in North Sea Port, haven van Antwerpen en haven van Oostende grote plannen voor power-to-gas plants voor diverse toepassingen. Structurele samenwerking van deze bedrijven, in direct overleg met de overheden en kennisinstellingen, maakt dat de ontwikkeling van de waterstofeconomie in Vlaanderen/Nederland zal leiden tot een uniek ecosysteem in Europa, dat in de Europese energietransitie ook grote perspectieven biedt op vlak van werkgelegenheid en exportmogelijkheden. In dit kader is het ook relevant te vermelden dat onlangs de regio Noord-Nederland het project 'Hydrogen Valley' in Europa toegewezen heeft gekregen.

### **Een stapsgewijze benadering van de realisatie van deze 'waterstofcorridor' ontwikkelen**

Het realiseren van deze volledige 'waterstof-corridor' tezamen met de opbouw van een Vlaams Nederlands industrieel ecosysteem in de regio vraagt tijd en goede planning.

Het is noodzakelijk om grensoverschrijdend een concreet projectplan uit te werken waarbij in direct overleg met de relevante actoren de ambities, de tijdslijnen, de middelen en de impact geïnventariseerd worden en vervolgens omgezet in definities en realisaties van concrete deelprojecten.

Op basis van bovenstaande beschrijving is medio 2019 contact gezocht met een aantal key-stakeholders van HyFLOW, waarbij zowel havens, bedrijven als gasleveranciers werden benaderd. Uit deze gesprekken is door de key-stakeholders de waarde van het idee onderschreven en zijn de eerste stappen gezet om het idee verder uit te werken.

### 3. Beleidscontext en IPCEI (Important projects of European Common Interest)

Een concept als HyFLOW is vanuit industrieel oogpunt een uitdaging, maar zulke grootschalige plannen moeten ook binnen de beleidskaders (internationaal, nationaal en regionaal) passen (paragraaf 3.1). In 2019 is in Europa de waardeketen Hydrogen Technologies & Systems erkend als een strategische Europese waardeketen door het Strategic Forum on IPCEI (Important Project of Common European Interest)<sup>4</sup>. Deze erkenning biedt duidelijke mogelijkheden voor financiële ondersteuning. De krijtlijnen van IPCEI worden daarom in paragraaf 3.2 kort weergegeven.

#### 3.1 Beleidscontext

##### Mondiale context

Toonaangevend op internationaal vlak is de publicatie 'The Future of Hydrogen' in juni 2019 van het Internationaal Energie Agentschap (IEA)<sup>5</sup> tijdens het G20 voorzitterschap van Japan.

In dit rapport worden de belangrijkste uitdagingen voor grootschalig gebruik van groene waterstof als volgt verwoord:

- de actuele waterstofvraag wordt bijna uitsluitend gerealiseerd op basis van fossiele brandstoffen
- productie van waterstof via elektrolyse is op het moment te duur
- de ontwikkeling van waterstofinfrastructuur verloopt langzaam
- beperkte regulering en samenwerking tussen overheden is een beperkende factor voor de uitrol van een groene waterstofeconomie

Om deze uitdagingen het hoofd te bieden, werden in het rapport de volgende mogelijkheden vermeld:

- gebruik havens als knooppunten van het gebruik van groene waterstof op te schalen
- maak gebruik van bestaande infrastructuur, zoals de ombouw van aardgas- naar waterstofinfrastructuur
- breid toepassing van waterstof verder uit door omschakeling van fleets, uitbreiding naar heavy duty en maak corridors van tankstations
- ontwikkel scheepvaartroutes om grootschalig waterstof te transporteren

Het HyFLOW/GreenOctopus project ligt volledig in lijn met de visie van dit IEA-rapport.

In 2017 is tijdens het World Economic Forum in Davos de Hydrogen Council opgericht, een associatie van meer dan 80 bedrijven actief op vlak van energie en transport. In januari 2020 heeft de Hydrogen Council

---

<sup>4</sup> <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/37824>

<sup>5</sup> The future of hydrogen, seizing today's opportunities, International Energy Agency, juni 2019

het rapport “Path to hydrogen competitiveness : a cost perspective”<sup>6</sup> gepubliceerd. Uit deze studie volgt dat naast technologiedoorbraken vooral opschaling de grootste driver zal zijn voor kostenreductie van de technologie, zowel op vlak van productie, distributie als eindgebruikers. Er wordt gerekend met een kostenreductie tot 50% in 2030 ten opzichte van de huidige situatie.

### **Europese context**

Op 11 december 2019 heeft de Europese Commissie de ‘European Green Deal’<sup>7</sup> gepresenteerd met als overkoepelende doelstelling: Europa is het eerste klimaatneutrale continent in 2050. De European Green Deal is de nieuwe groeistrategie voor Europa met een routekaart op weg naar een duurzame Europese economie. Waterstof zal een sleutelrol vervullen in het bereiken van de Europese Green Deal doelstellingen, op het vlak van verduurzaming van de industrie, de energie- en de mobiliteitssector.

Als onderdeel van de “new industrial policy” heeft Europees president Ursula von der Leyen op 10 maart 2020 het initiatief van een ‘Clean Hydrogen Alliance’ aangekondigd voor Europa<sup>8</sup>. Bedoeling is dat het initiatief in de loop van 2020 verder uitgewerkt zal worden.

Op 15 april heeft de Europese industriële associatie rond waterstof, Hydrogen Europe, het rapport “Green Hydrogen for a European Green Deal, A 2x40 GW Initiative” gepubliceerd<sup>9</sup>. Kernidee van dit initiatief is om een ‘massieve’ toename van de elektrolyse-productie in Europa te realiseren: de genoemde 80 GW elektrolyse komt overeen met een geraamde investering van circa 20 miljard euro.

### **Vlaanderen**

In Vlaanderen zijn in het Vlaamse regeerakkoord 2019 – 2024<sup>10</sup> een aantal ambities verwoord op het vlak van waterstof. In het hoofdstuk “Economie en innovatie” is vermeld “We hebben hierbij de ambitie om Europese koploper te worden in onder meer waterstof”. Ook in het hoofdstuk ‘Energie en klimaat’ wordt waterstof vermeld: “... innovatie is cruciaal en dus zetten we proefprojecten op voor power-to-x en starten we een pilootproject op voor de productie van koolstofarme waterstof ...”. Ook in de ‘Vlaamse klimaatstrategie 2050’<sup>11</sup>, gepubliceerd in december 2019, komt waterstof in diverse toepassingsgebieden aan bod.

### **Nederland**

Op 30 maart 2020 heeft minister Wiebes van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat zijn ‘kabinetsvisie waterstof’ aan het parlement gepresenteerd. In deze kabinetsvisie wordt het belang van waterstof bevestigd, zowel in de internationale als in de Nederlandse context, en worden een beleidsagenda met 4 hoofdlijnen beschreven:

---

<sup>6</sup> Path to hydrogen competitiveness : a cost perspective, Hydrogen Council, januari 2020

<sup>7</sup> The European Green Deal, COM(2019) 640 final, december 2019

<sup>8</sup> [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-eu-industrial-strategy-march-2020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-eu-industrial-strategy-march-2020_en.pdf)

<sup>9</sup> Green Hydrogen for a European Green Deal A 2x40 GW Initiative, Ad van Wijk, Jorgo Chatzimarkakis, april 2020

<sup>10</sup> Regeerakkoord, Vlaamse regering 2019 – 2024, Vlaamse regering, september 2019

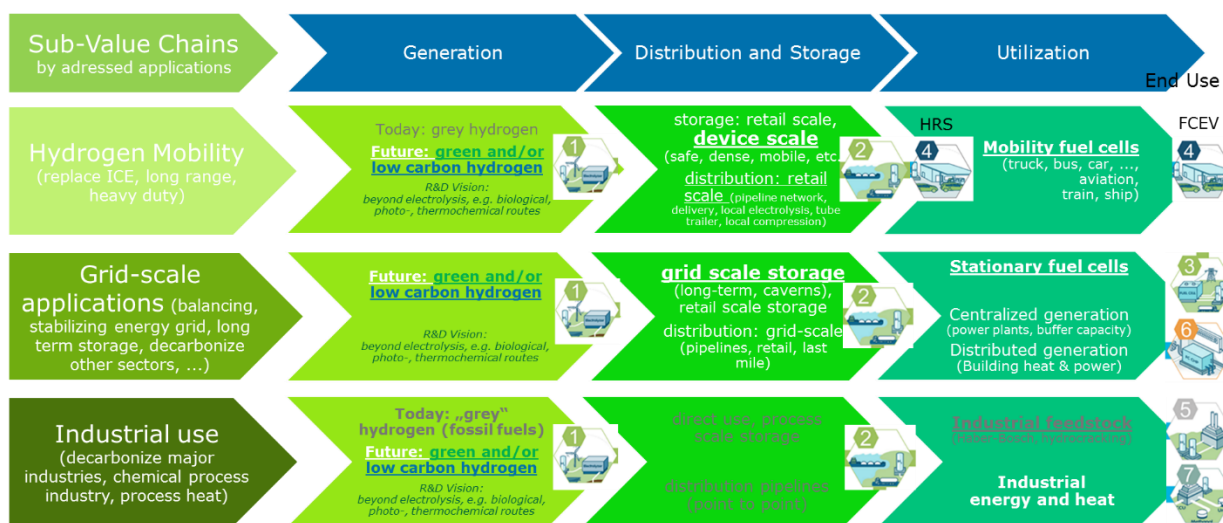
<sup>11</sup> Vlaamse klimaatstrategie 2050’, Vlaamse regering, december 2019

- wet- en regelgeving
- kostenreductie en opschaling groene waterstof
- verduurzaming eindverbruik
- ondersteunend en flankerend beleid

## 3.2 IPCEI (Important Projects of Common European Interest)

In het kader van haar ‘industrial policy’ heeft de Europese Commissie het ‘Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest (IPCEI)’ in september 2017 gelanceerd. Opdracht van dit forum is om voor Europa ‘key strategic value chains’ (belangrijke strategische waardeketens) te identificeren, die in de toekomst verder ontwikkeld en in Europa verankerd dienen te worden.

Zo zijn eerder al IPCEI’s rond ‘micro-elektronica’ en ‘batterijen’ goedgekeurd en het ‘Strategisch Forum’ heeft in 2019 de waardeketen ‘hydrogen technologies and systems’ erkend als een key strategic value chain voor Europa, die in aanmerking kan komen voor ondersteuning als IPCEI<sup>12</sup>. Figure 3.1 toont de componenten van de waterstof waardeketen<sup>13</sup>.

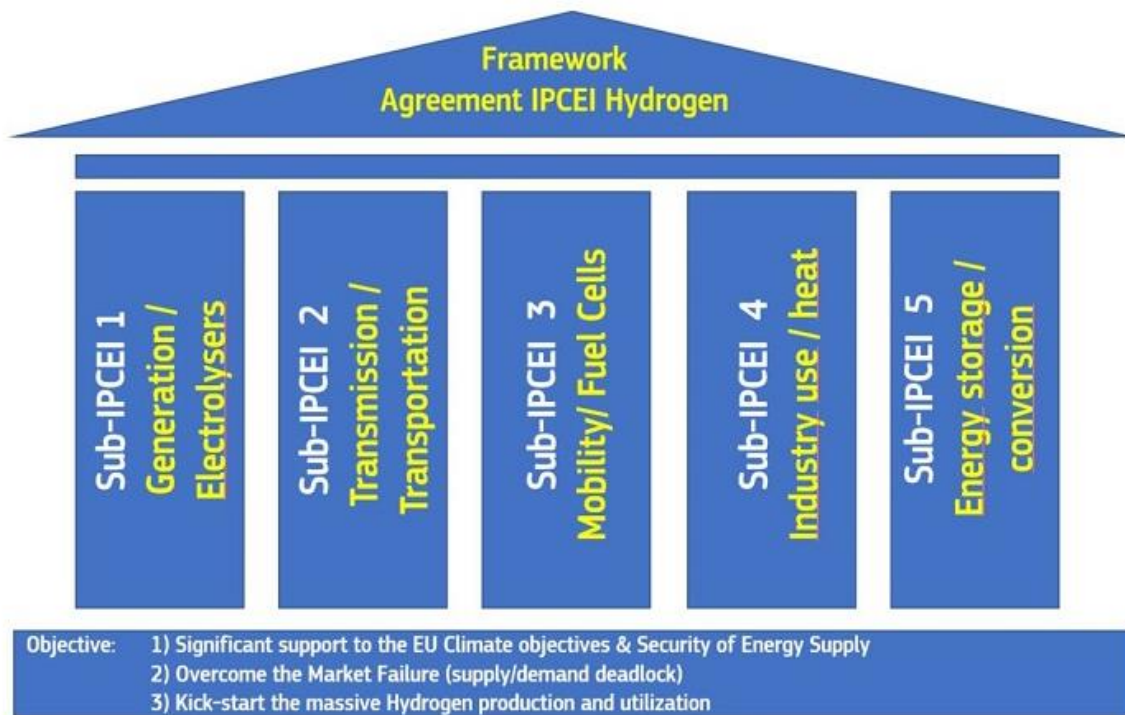


Figuur 3.1: Strategic Value chain Hydrogen technologies and systems

Hydrogen Europe is de gesprekken rond de IPCEI-hydrogen met de industrie gestart, gebaseerd op en een vereenvoudigd model van de waardeketen, zoals weergegeven in figuur 3.2.

<sup>12</sup> Strengthening Strategic Value Chains for a future-ready EU industry, Report of the Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest, Strategic Forum, 2019

<sup>13</sup> Appendix: Analytical report on the strategic value chain (SVC) on hydrogen technologies and systems, Strategic Forum, June 2019



*Figuur 3.2: Hydrogen value chain zoals gepresenteerd door Hydrogen Europe*

IPCEI-financiering is financiering afkomstig van de lidstaten (nationaal/regionaal), het zijn geen middelen van de Europese Commissie. De toegevoegde waarde van Europa in IPCEI is dat lidstaten, waarvan de te steunen bedrijven “IPCEI-eligible” projecten indienen, een versoepeling kunnen hanteren op het vlak van de normaal geldende toepassingsregels voor staatssteun.

De te ondersteunen activiteiten van IPCEI zijn beschreven in de volgende drie artikelen van Europese richtlijn 2014/C188/02<sup>14</sup>:

**Artikel 21:**

O&O&I-projecten moeten bijzonder innovatief zijn of in termen van O&O&I aanzienlijke toegevoegde waarde opleveren in het licht van de huidige stand van de techniek in de betrokken sector

**Artikel 22:**

Projecten die industriële toepassing omvatten, moeten de ontwikkeling mogelijk maken van een nieuw product of een nieuwe dienst met een sterke onderzoeks- en innovatiecomponent en/of de ontwikkeling van een fundamenteel innovatief productieproces. Regelmatige bijwerkingen zonder innovatieve dimensie van bestaande faciliteiten en de ontwikkeling van nieuwere versies van bestaande producten kwalificeren niet als belangrijke projecten van gemeenschappelijk Europees belang.

<sup>14</sup> Criteria voor de beoordeling van de verenigbaarheid met de interne markt van staatssteun ter bevordering van de verwezenlijking van belangrijke projecten van gemeenschappelijk Europees belang, (2014/C 188/02), Europese Commissie, 2014

Artikel 23:

Milieu-, energie- of vervoersprojecten moeten van groot belang zijn, hetzij voor de strategie van de Unie op het gebied van milieu, energie (met inbegrip van de voorzieningszekerheid) of vervoer, hetzij door hun aanzienlijke bijdrage tot de interne markt, onder meer voor die specifieke sectoren.

Het IPCEI-proces wordt gecoördineerd en ingediend door de lidstaten en wordt door de Europese Commissie beoordeeld (IPCEI-eligible of niet). In maart 2020 heeft de Belgische overheid, anticiperend op het Europese initiatief, de 'expression of interest' voor de IPCEI-waterstof gelanceerd, met als deadlines op 5 mei en 5 juni. Volgens de kabinetsvisie van de Nederlandse overheid zal Nederland de expression of interest in de tweede helft van 2020 lanceren.



## 4. Green Octopus: ambitie, deelprojecten en tijdslijn

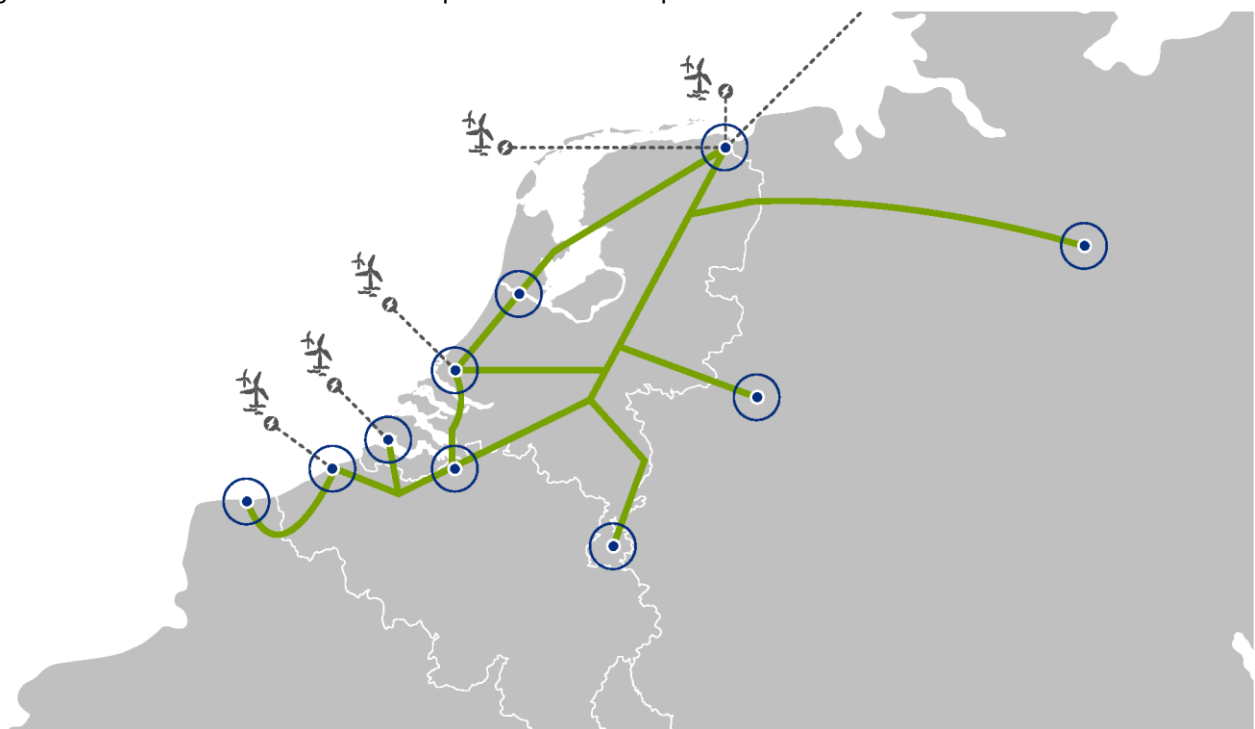
In augustus 2019 is een overleg georganiseerd met de bedrijven en met vertegenwoordigers van de Europese instellingen DG GROW en Hydrogen Europe, waarbij onderwerp was om te bespreken of HyFLOW in aanmerking kwam voor het Europese IPCEI-kader of concept.

Zowel Hydrogen Europe als DG GROW hebben HyFLOW zeer positief onthaald en er is voorgesteld om HyFLOW als projectidee voor te stellen op de Hydrogen Day in oktober 2019 als mogelijk voorbeeld voor een IPCEI-project.

Op de Hydrogen Day zijn een vijftiental projecten kort voorgesteld, die invulling zouden kunnen geven aan het IPCEI "Hydrogen Technologies and Systems". Elk project kreeg als naam de combinatie van een 'kleur' en een 'dier' en sindsdien gaat HyFLOW door het leven als Green Octopus.

Vanuit Europa werd gesuggereerd om het Nederlands-Vlaamse HyFLOW ook uit te breiden naar in ieder geval Duitsland en mogelijk ook naar Frankrijk. Bedoeling van een IPCEI is tenslotte om een overkoepelende Europese waardeketen op te zetten.

Figuur 4.1 toont schematisch het concept van Green Octopus.



*Figuur 4.1 Concept "Green Octopus"*

## 4.1 Ambitie

De ambitie is het creëren van een industrieel waterstofecosysteem tussen Vlaanderen – Nederland, uitgebreid tot Frankrijk en Duitsland, waar vraag en aanbod van groene waterstof aan elkaar worden gekoppeld en waar de havens een belangrijke faciliterende rol spelen. Binnen een relatief korte afstand zijn er 10 havens (Dunkerque, Oostende, Zeebrugge, Northsea, Antwerpen, Rotterdam, Amsterdam, Den Helder, Groningen (Eemshaven-energie/Delfzijl-chemie), Hamburg, Duisburg), waarvan er een aantal tot de top 10 van Europese havens behoren.

Belangrijk onderdeel hierbij is het opbouwen van een complete grensoverschrijdende industriële waardeketen voor groene waterstof, die productie, transport en vraag omvat.

Ander kenmerk van Green Octopus is de opschaling van technologie. Zo wordt aan de productiekant van groene waterstof van elektrolyseurs van enkele MW doorgeschakeld naar elektrolyseurs van honderden MW tot GW schaal. Gekoppeld aan deze zeer grootschalige waterstofproductie dienen ook grootschalige afnemers van groene waterstof ontwikkeld te worden. Dit betekent dat industriële afnemers van waterstof (chemie, raffinaderijen, staal, kunstmest) en zwaar vervoer (vrachtwagens, vaartuigen) in parallel ontwikkeld en gerealiseerd moeten worden. Noodzakelijke schakel tussen productie en vraag is de ontwikkeling van een volwaardig transportnet voor waterstof.

Green Octopus illustreert de energietransitie en het koolstof neutraal maken van industriële sectoren, met betrokkenheid van Vlaamse en Nederlandse industriële spelers, technologiebedrijven, inclusief het transport via groene waterstof over de volgende deeltrajecten:

- Het opnemen/importeren van grote hoeveelheden waterstof in de Europese energiesystemen (met inbegrip van de import van groene waterstof en/of waterstofafgeleiden)
- Opschalen van de productie van groene waterstof van MW naar GW-schaal
- Opbouw van een grensoverschrijdende waterstofinfrastructuur of backbone, met inbegrip van de ombouw van bestaande grensoverschrijdende aardgaspijpleidingen naar waterstofpijpleidingen,
- Het transformeren van fossiele havens en industriële gebieden naar emissievrije locaties, die de knooppunten van de waterstofbackbone vormen
- Beleveren van industrie en zware mobiliteit met groene waterstof

Belangrijk hierbij is dat het aanbod van groene waterstof ontwikkeld wordt met het oog op de verschillende valorisatiepaden van waterstof en dat hierbij een evenwicht wordt nagestreefd.

Samengevat kan gesteld worden dat Green Octopus een sterk voorbeeld is van de koppeling van energiesystemen, die leidt tot het koolstof neutraal maken van de energievoorziening, de mobiliteitssector, de industriële sector (chemie, staal, grondstoffen,...).

Naast de positieve impact op het milieu zal de realisatie van Green Octopus dus ook een essentiële bijdrage leveren aan de ontwikkeling van een complete industriële Europese waardeketen op het vlak van waterstoftechnologieën, waarin Nederlandse en Vlaamse spelers een belangrijke rol kunnen spelen.

Het project bestaat uit een combinatie van specifieke 'uitrolprojecten' en 'waterstoftransporttrajecten', waarbij verschillende toepassingsgebieden worden voorzien van waterstof (mobiliteit, industrie, verwarming, netbalancing,...). Hoewel op dit moment enkele kleinschalige proefprojecten en hergebruik van aardgaspijpleidingen voor waterstof zijn gerealiseerd, is de grootschalige uitrol van projecten in combinatie met hernieuwbare elektriciteit en een grote verbindingswaterstofbackbone een compleet nieuw geïntegreerd concept voor grensoverschrijdende samenwerking in de EU.

Het concept van Green Octopus is logisch in het kader van een langetermijnvisie om deze Noordwesteuropese regio in 2050 klimaatneutraal te maken en die volledig in lijn ligt met het engagement op Europees niveau.

Om deze langetermijnvisie wat concreter te maken is de volgende indicatieve ambitie voorgesteld voor het tijdsbestek 2020 – 2030 (tussen haakjes het voorziene tijdstraject voor de regio van Green Octopus):

Waterstofbackbone (leidingen/opslag)	(2020 – 2030)
Lokale waterstofinfrastructuur in havens	(2020 – 2025)
Onshore waterstoffabrieken	(2020 – 2030)
Offshore waterstofproductie	(2025 – 2030)
Ontwikkelen/aanpassen/beleveren eindgebruikers	(2020 – 2030)
Flankerend beleid/wet- en regelgeving	(2020 – 2030)

Deze activiteiten kunnen worden gekwantificeerd in de volgende indicatieve doelstellingen:

6 GW elektrolysercapaciteit

2000 km waterstofpijpleidingnetwerk

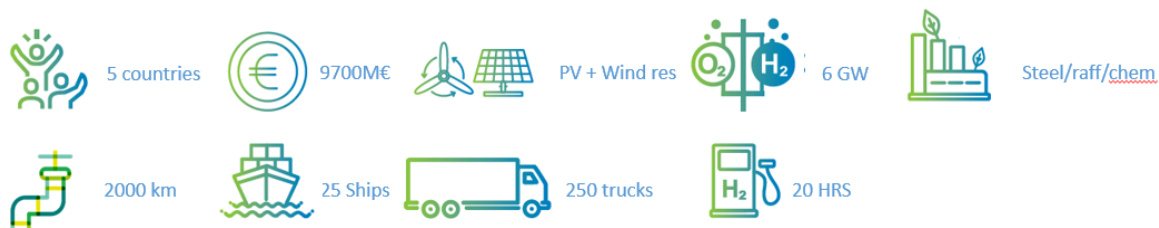
250 vrachtwagens

25 schepen

20 Waterstoftankstations (heavy duty)

Zware industrie: chemie, raffinaderijen, staal, kunstmest,...

Globale kostenraming van realisatie van bovenvermelde doelstelling gaat richting 10 miljard euro.



## 4.2 Vlaams-Nederlandse ervaring/troeven met waterstof

De ambitie van Green Octopus is groot en zal veel inspanningen vergen. Anderzijds hebben we binnen de regio Vlaanderen/Nederland nu al een aantal unieke realisaties/troeven, die maken dat de uitgangspositie voor grootschalige uitrol van waterstof in onze regio bijzonder sterk is. De grensoverschrijdende samenwerking is al in 2009 gestart met het Interreg-project Waterstofregio, waarin een aantal unieke innovaties/installaties zijn gebouwd met voornamelijk regionale spelers. Ook binnen het opvolgende Interreg-project Waterstofregio 2.0 worden een aantal voor Europa unieke concrete projecten gerealiseerd.

Niet alleen op vlak van realisatie van projecten, maar ook de aanwezige technologiebedrijven en de bestaande wetgeving maken deze regio tamelijk uniek in Europa.

In deze paragraaf wordt de concrete ervaringen/troeven van de regio Vlaanderen-Nederland kort toegelicht, opgesplitst naar (gebaseerd op figuur 3.2):

- waterstofproductie
- waterstofinfrastructuur
- mobiliteit

### Waterstofproductie via elektrolyse

In het project HyStock, onderdeel van het Europese project 'TSO 2020'<sup>15</sup>, is een PEM-elektrolysesysteem van 1 MW gerealiseerd in Zuidwending door Gasunie. De geproduceerde waterstof wordt geleverd aan derden, die het vervolgens via tubetrailers kunnen leveren aan toepassingen op vlak van mobiliteit en chemie.



Figuur 4.2 1 MW PEM-electrolyser-plant bij HyStock-project (Zuidwending, NI)<sup>16</sup>

<sup>15</sup> [www.tso2020.eu](http://www.tso2020.eu)

<sup>16</sup> "Opening HyStock: startpunt voor de groene waterstofeconomie", [www.duurzaambedrijfsleven.nl](http://www.duurzaambedrijfsleven.nl), 3 juli 2019

In het Project Don Quichote<sup>17</sup>, onderdeel van de Europese Fuel-Cells & Hydrogen Joint Undertaking, is bij Colruyt in Halle een waterstofproductie-systeem met zowel een alkalische elektrolyse (60 Nm<sup>3</sup>/h) als een PEM-elektrolyse (30 Nm<sup>3</sup>/h) geïnstalleerd. De waterstof wordt geproduceerd voor de logistieke operatie van 35 heftrucks en voor het tankstation voor 25 personenauto's.



*Figuur 4.3 : 0,6 MW alkalische elektrolyse en 0,3 MW PEM-elektrolyser-installatie bij Colruyt (Halle, B) voor het leveren van waterstof aan heftrucks en auto's*

Vanuit project Waterstofregio, onderdeel van Interreg-Vlaanderen, is in Helmond een waterstoftankstation gebouwd met een waterstofproductiesysteem op basis van alkalische elektrolyse (60 Nm<sup>3</sup>/h). De geproduceerde waterstof wordt gebruikt om personenauto's, bussen, vuilniswagens en vrachtwagens te tanken.



*Figuur 4.4: 0,6 MW alkalische elektrolyse bij WaterstofNet HRS (Helmond, NI) voor de levering van waterstof aan auto's, bussen, vuilniswagens en vrachtwagens*

<sup>17</sup> [www.don-quichote.eu](http://www.don-quichote.eu)

## Waterstofinfrastructuur

Ondergrondse leidingnetwerken voor gasvormig waterstof (typisch 80 bar) en fabrieken voor de productie van vloeibare waterstof zijn zeer beperkt te vinden in Europa. De meeste kilometers waterstofleiding en één van de drie Europese productie-sites zijn te vinden in de regio Nederland-Vlaanderen.

### Waterstofpijpleidingnetwerk Air Liquide

Ongeveer 50 jaar geleden installeerde Air Liquide een ondergronds pijpleidingnetwerk (diameter 154 mm, druk ongeveer 80 bar, lengte 900 km) voor waterstof, waarbij grote waterstofproductiefaciliteiten en waterstofeindgebruikers in Frankrijk, België en Nederland aan elkaar werden gekoppeld. Voor de productie van waterstof wordt hier gebruik gemaakt van grootschalige SMR (steam methane reforming) plants, operationeel in de havens van Antwerpen en Rotterdam) en van beschikbare restwaterstof, geproduceerd als bijproduct in chloor-elektrolyse fabrieken (Inovyn).



*Figuur 4.5: Bestaand 900 km leidingnetwerk voor waterstof van Air Liquide*

### Waterstofpijpleidingnetwerk Air Products

In de haven van Rotterdam exploiteert Air Products een waterstofpijpleiding-netwerk van 140 km lengte, waarbij waterstofproductie wordt verbonden met grote eindgebruikers.





*Figuur 4.6: Bestaand 140 km leidingnet voor waterstof van Air Products*

#### Productie vloeibare waterstof Air Products

De meeste waterstofproductiefabrieken produceren gasvormig waterstof, er zijn maar 3 locaties in Europa waar vloeibare waterstof wordt geproduceerd (Frankrijk, Duitsland en Nederland).

In Rotterdam exploiteert Air Products de fabriek waar vloeibare waterstof wordt geproduceerd.



*Figuur 4.7: Productieplant vloeibare waterstof van Air Products in Rotterdam*

#### Bestaande aardgasleiding omzetten in waterstofpijpleiding

In november 2018 is voor het eerst in de regio een bestaande aardgastransportleiding aangepast voor waterstoftransport. De 12 km lange waterstofpijpleiding tussen DOW, Yara en Gasunie Waterstof Services heeft een transportcapaciteit van 4 kton waterstof per jaar.



*Figuur 4.8: 12 km omgebouwde aardgasleiding naar waterstofleiding*

## **Mobiliteit**

### Waterstoftankstations

Actueel zijn er in Vlaanderen en Nederland 6 publieke tankstations voor personenauto's op waterstof in bedrijf (Rhooen, Helmond, Arnhem, Den Haag in Nederland en Zaventem en Halle in Vlaanderen). Daarnaast kunnen bussen getankt worden in Rhooen, Helmond, Delfzijl, Arnhem in Nederland en Antwerpen in Vlaanderen.

Positief is dat in de regio Nederland – Vlaanderen actueel voor meer dan 50 locaties gezocht wordt naar de mogelijkheden van waterstoftankstations (figuur 4.9). Belangrijk hierbij is dat er voor 20 waterstoftankstations (3 in Vlaanderen en 17 in Nederland) al subsidie toegekend is vanuit Europa, zodat verwacht mag worden dat deze de komende jaren gerealiseerd gaan worden.



**Operationele openbare waterstof tankstations**

Plaats	Adres	Vuldruk	Uitbater	Voertuig	Betaling
Rhoon (NL)	Groene Kruisweg 397	350/700 bar	Air Liquide	 	
Helmond (NL)	Automotive Campus 30	350/700 bar	WaterstofNet	 	
Arnhem (NL)	Westervoortsedijk 71	350/700 bar	PitPoint	 	€
Den Haag (NL)	Binckhorstlaan 100	350/700 bar	Kerkhof & Zn	 	€
Zaventem (BE)	Leuvensesteenweg 546	350/700 bar	Air Liquide		
Halle (BE)	Zinkstraat 1	700 bar	DATS24		€

Figuur 4.9: Status waterstof-tankstations in Benelux (status januari 2020)

## Voertuigen/vaartuigen

Op vlak van voertuigen en vaartuigen neemt de regio Nederland-Vlaanderen een koploperspositie in op vlak van bedrijven die de voertuigen ontwikkelen en bouwen (zie ook hoofdstuk 5).

In Vlaanderen-Nederland zijn er lopende demonstratieprojecten in Antwerpen, Zuid-Holland, Arnhem, Groningen en Helmond gaande, waarbij de bussen gebouwd zijn door 3 regionale spelers: Van Hool, VDL en HyMove. Voor Nederland zijn er actueel plannen om te gaan naar 50 bussen op waterstof, waarvan 30 in Groningen/Drenthe en 20 in Zuid-Holland.



*Figuur 4.10: Bussen op waterstof in Vlaanderen-Nederland*

Er is een sterk stijgende belangstelling voor vrachtwagens op waterstof. Voorloper hierbij zijn de vuilniswagens op waterstof die door E-Trucks gebouwd zijn, met vestiging in Lommel (VI) en Westerhoven (NI). Inmiddels rijden de eerste vuilniswagens op waterstof in Noord-Brabant en Groningen in normale dienstregeling; het komende jaar zullen enkele tientallen vuilniswagens op waterstof bijkomend ingezet worden in de regio Vlaanderen-Nederland.

Enkele jaren geleden zijn de ontwikkelingen voor een eerste bakwagen (lichte vrachtwagen) en truck-trailer opgestart door VDL en de demonstraties van deze voertuigen zullen starten in 2020. Deze voertuigen boren een beloftevol segment voor vrachtwagens op waterstof aan.

Zowel de vuilniswagens van E-Trucks als de vrachtwagens van VDL zijn gebaseerd op DAF-voertuigen.

Ook de maritieme sector richt zich meer en meer op waterstof, onder andere vanwege de steeds strenger wordende milieueisen. Door CMB in Antwerpen is een eerste ferryboot met een verbrandingsmotor op waterstof in bedrijf genomen in de haven van Antwerpen.

Uniek is dat deze allemaal in de regio Vlaanderen-Nederland zijn ontwikkeld en gebouwd.



*Figuur 4.11: Vrachtwagens en vaartuigen op waterstof in Nederland - Vlaanderen*

### 4.3 Deelprojecten, bedrijven en tijdslijn

Voor de grootschalige uitrol van projecten en de complexe transformatie van aardgaspijpleidingen naar waterstof (technologie, economie, wetgeving, vergunningverlening), zoals geschetst binnen Green Octopus, is een algemene tijdslijn van 5 – 10 jaar nodig. Niet alleen het opschalen van technologie, maar ook nieuwe wetgevingsoplossingen vereisen langere tijdslijnen. De eerste uitrolprojecten in havens zullen naar verwachting binnen 3 jaar worden gerealiseerd, maar alle genoemde projecten en waterstofpijpleidingstrajecten hebben naar verwachting een tijdslijn van 8 – 10 jaar nodig.

Het is ook essentieel dat een grootschalig initiatief als Green Octopus opgesplitst wordt in deelprojecten die afzonderlijk bestudeerd en gerealiseerd kunnen worden. De opbouw van waterstofinfrastructuur is een belangrijk gegeven want dit is een enabler voor de realisatie van een waterstofeconomie. Maar naast de realisatie van een waterstofbackbone met deelprojecten is de uitbouw van een industrieel ecosysteem inclusief technologiestrategieën, als onderdeel van een strategische waardeketen rond waterstoftechnologieën een essentieel gegeven van Green Octopus als invulling van het Europese IPCEI Hydrogen Technologies and Systems (zie ook hoofdstuk 4).

In deze paragraaf is een eerste beschrijving van de deelprojecten op hoog niveau gemaakt, waarbij een onderverdeling is gehanteerd in (gebaseerd op figuur 3.2):

- Waterstofproductie
- Waterstofinfrastructuur
- Waterstofeindgebruikers

Alle deelprojecten zijn nog in de conceptfase, waarbij veel projecten nog in de fase van de haalbaarheidsstudie zitten. Van enkele projecten wordt dit jaar een FID (financial investment decision) verwacht.

Om toch een idee te krijgen van wat er momenteel speelt, worden zoveel mogelijk cijfers en bedrijfsnamen vermeld, maar vanwege de fase waarin de projecten zich bevinden is het belangrijk op te merken dat alle cijfers/namen/tijdslijnen nog kunnen wijzigen en dus met het nodige voorbehoud gebruikt kunnen worden.

### Waterstofproductie

Sinds 2018 zijn door industriële consortia in de regio een aantal grootschalige elektrolyse-installaties aangekondigd. De meeste van deze installaties zijn in de fase van de haalbaarheidsstudie en voor sommigen wordt de komende maanden een investeringsbeslissing verwacht. Het is een continu proces van nieuwe projecten die opgestart worden en oudere projectideeën die gestopt worden.



Figuur 4.12: Deelprojecten waterstofproductie Green Octopus

#### Noord-Nederland/Groningen

Zoals eerder vermeld is de eerste 1 MW PEM-elektrolyse al geïnstalleerd binnen het HyStock-project.

Vanuit het Hydrogen-Valley project zal een 20 MW elektrolyse systeem (3 kton waterstof) in Delfzijl gebouwd worden door Nouryon in samenwerking met Gasunie, waarbij de waterstof gebruikt zal worden voor de productie van groene methanol door BioMCN (project Diewels).



Door Nouryon, Gasunie en SkyNRG (producent van duurzame brandstof voor de luchtvaart) en Chemport Europe is de bouw van een 40 MW elektrolyse-plant aangekondigd, waarbij de groene waterstof wordt gebruikt om duurzame kerosine te produceren.

HyNetherlands is de samenwerking tussen Engie en Gasunie om een elektrolyserfabriek van 100 MW te bouwen in Groningen. In een volgende fase kunnen extra elektrolyserinstallaties worden geïnstalleerd en wordt de mogelijkheid van een 1 GW-installatie in de Eemshaven onderzocht.

### North2

North2 is een consortium van Gasunie, Groningen Seaports en Shell Nederland North2 met de ambitie om grootschalig groene waterstof te gaan produceren. De productie van groene waterstof, initieel in de Eemshaven en later mogelijk ook op zee, heeft als doelstelling voor 2030 een vermogen van 3 – 4 GW en voor 2040 een doorgroei tot 10 GW (400 kton waterstof/jaar).

### Haven van Rotterdam

Havenbedrijf Rotterdam kijkt samen met de bedrijven Nouryon en BP naar het opzetten van een elektrolyserfabriek van 250 MW in Rotterdam voor de productie van groene waterstof. De fabriek zal jaarlijks 45 kton waterstof produceren, die in het raffinageproces van BP gebruikt zal worden. De aankondiging voor de haalbaarheidsstudie is gedaan in april 2019. Op basis van deze eerste ervaring kan vervolgens in 2030 een 1-2 GW elektrolyserinstallatie in de Rotterdamse haven worden geïnstalleerd.

Naast de plannen voor de productie van groene waterstof zijn er in de haven van Rotterdam ook grote plannen voor de productie van blauwe waterstof (H-vision project<sup>18</sup>). Een consortium van 16 spelers heeft de technische-economische haalbaarheid onderzocht en werkt momenteel in kleiner verband het plan verder uit.

De voorkeurstechnologie voor de grootschalige H-Vision-fabriek is hogedruk auto-thermisch-hervorming (ATR) van aardgas. De waterstof (700 kton per jaar, equivalent van 3200 MW stroomvraag) zal voornamelijk worden gebruikt in raffinaderijen en elektriciteitscentrales. De CO<sub>2</sub> als gevolg van het waterstofproductieproces komt niet in de lucht terecht, maar wordt opgevangen en vervolgens opgeslagen in uitgeputte gasvelden onder de Noordzeebodem. H-Vision gaat nauw samenwerken met het Porthos-project in Rotterdam dat een backbone infrastructuur wil implementeren om CO<sub>2</sub> naar de offshore locaties te transporteren. De afgevangen CO<sub>2</sub> kan ook deels worden hergebruikt, bijvoorbeeld in de kassen in het Westland, of geëxporteerd worden naar andere CO<sub>2</sub>-opslagfaciliteiten, bijvoorbeeld in Noorwegen of in het Verenigd Koninkrijk.

In januari 2020 heeft een consortium van 9 spelers (Air Liquide, BP, Deltalinqs, Gasunie, Havenbedrijf van Rotterdam, Power Plant Rotterdam, Shell, Uniper en Vopak) aangegeven een vervolgstap te zetten in dit project.

---

<sup>18</sup> H-Vision: Blue hydrogen as accelerator and pioneer for energy transition in the industry, Deltalinqs, Juni 2019

### Haven van Amsterdam

Nouryon, Tata Steel en de haven van Amsterdam hebben in 2018 aangekondigd de haalbaarheid van een waterstoffabriek met een vermogen van 100 MW voor de productie van groene waterstof (15 kton/jaar) te gaan onderzoeken. De productiefaciliteit die in IJmuiden gebouwd kan worden, gaat groene waterstof en groene zuurstof leveren aan staalbedrijf Tatasteel. Daarnaast kan de geproduceerde waterstof ook gebruikt worden voor de productie van duurzame kerosine en als brandstof voor vergroening van de mobiliteit in de regio Amsterdam.

### Hydrodelta North Sea Port

Bij TerraNovaSolar, een zonnepark (15 MW<sub>peak</sub>) en 3 windturbines (9 MW) is in 2018 de haalbaarheid van een elektrolyser van 1 – 5 MW onderzocht. De geproduceerde groene waterstof zal door een gastransportbedrijf geleverd worden aan waterstofindustriële eindgebruikers en mogelijk een tankstation. In 2020 zal een definitieve investeringsbeslissing worden genomen.

Een consortium bestaande uit ArcelorMittal, Dow, Engie, ICL-IP, Yara en Zeeland Refinery onderzoekt de mogelijkheden van een elektrolyserfabriek van 100 MW in North Sea Port. Als het positief is, kan de installatie in 2025 in gebruik worden genomen.

Op basis van een zeer grote vraag naar waterstof in North Sea Port worden de mogelijkheden voor de implementatie van een 1 GW elektrolyserinstallatie geanalyseerd.

### HyOFFWind Zeebrugge

Parkwind, Eoly (Colruyt Group) en Fluxys kondigden aan de haalbaarheid van een 25 MW stroom-aan-gascentrale te bestuderen, te installeren in de haven van Zeebrugge. De haven van Zeebrugge is een energiehub, waarbij offshore wind wordt gekoppeld aan het elektriciteitsnet en met grote vloeibare aardgasopslag. Voorziene eindgebruikers zijn mobiliteit, industrie, injectie in het aardgasnet en balancing. Definitieve investeringsbeslissing wordt verwacht in 2020: bij positieve beslissing kan de installatie in 2023 in gebruik genomen worden.

### Power to Methanol Antwerpen

De haven van Antwerpen bestudeert een proefproject voor de productie van 4 - 8 kton duurzame methanol per jaar. Methanol is een belangrijke grondstof voor de chemische industrie (van isolatiepanelen tot brandstofadditieven). De haven van Antwerpen gebruikt jaarlijks ongeveer 3 kton methanol voor chemische processen en brandstofproductie. De waterstof voor dit proces (ongeveer 4 ton/dag) zal een combinatie zijn van bijproductwaterstof uit de chloorindustrie (ongeveer 2,5 ton/dag) en waterstof geproduceerd door een elektrolyser (5 MW, 2,5 ton/dag).

De haven van Antwerpen, Engie (electriciteitsmarkt), Oiltanking (logistiek en opslag van methanol), Indaver (CO<sub>2</sub> verzamelen), Vlaamse Milieuholding (financiering) en Helm-Proman (methanol eindgebruiker) hebben allemaal hun steun uitgesproken voor het bestuderen van de haalbaarheid van dit project. De investeringskosten worden geschat op 15 – 20 miljoen euro.

## Haven van Oostende

Januari 2020 hebben DEME, de haven van Oostende en PMV (Participatie Maatschappij Vlaanderen) aangekondigd de haalbaarheid te gaan onderzoeken van een fabriek voor groene waterstof van 300 MW in de haven van Oostende. Bedoeling is dat elektriciteit afkomstig uit offshore wind als basis wordt gebruikt voor de productie van groene waterstof. De geproduceerde waterstof zal gebruikt worden voor mobiliteit (openbaar vervoer, vrachtvervoer), voor walstroom en voor de industrie. De haalbaarheidsstudie zal eind 2020 afgewerkt zijn en bij positieve investeringsbeslissing is het de bedoeling om de fabriek in 2025 operationeel te hebben.

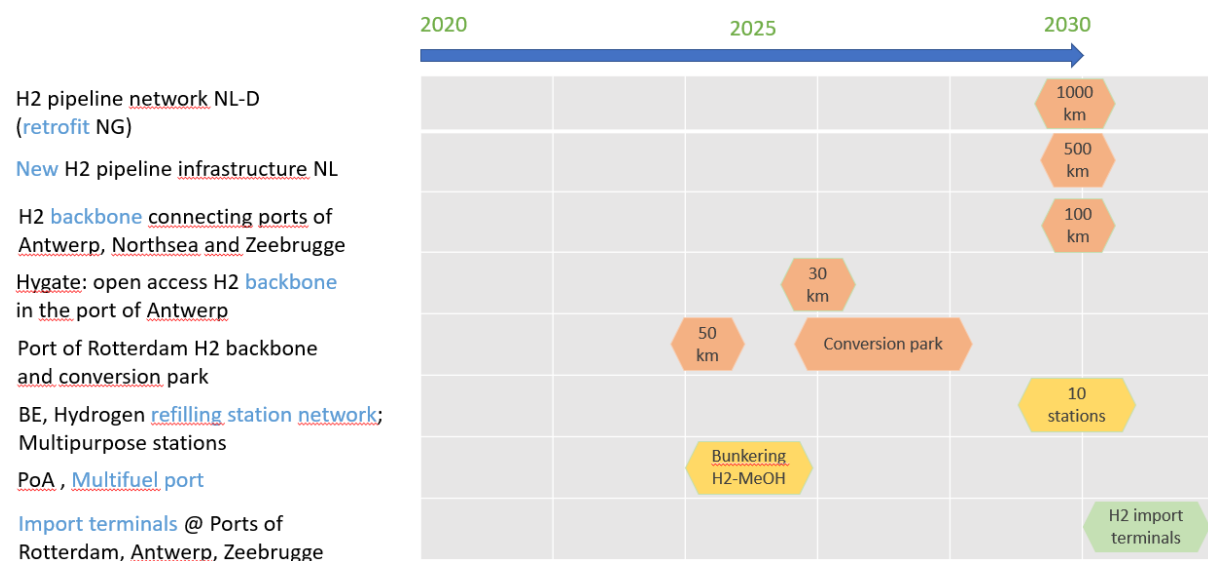
## **Waterstofinfrastructuur**

Grootschalige productie en gebruik van waterstof vereisen een betrouwbaar waterstofnetwerk, zowel voor transport als voor opslag. In de regio Vlaanderen-Nederland is al een zeer dicht en betrouwbaar netwerk voor aardgas beschikbaar en het geleidelijk omzetten van dit aardgasnetwerk naar een waterstofnetwerk kan een kostenefficiënte manier zijn om over te stappen op een koolstofvrij energietransport.

Op dit moment maken potentiële grootschalige producenten van waterstof samen met mogelijk exploitanten van aardgasinfrastructuur en potentiële grootschalige eindgebruikers van waterstof de haalbaarheidsstudies voor de omzetting van aardgaspijpleidingen naar een waterstofnetwerk.

Uit de eerste analyses blijkt dat de omzetting van bestaande aardgaspijpleidingen naar waterstof in veel gevallen beperkt is qua complexiteit; alleen compressorstations en meetapparatuur moeten volledig worden vervangen door nieuwe systemen/technologie.

Figuur 4.13 toont de deelprojecten van Green Octopus op het vlak van infrastructuur.



*Figuur 4.13: Deelprojecten Green Octopus waterstofinfrastructuur*

## Gasunie - pijpleiding

Gasunie is zeer actief in de ontwikkeling van de waterstofmarkt. Gasunie is het moederbedrijf van de onafhankelijke gasnetnetbeheerder GTS en werkt actief aan het koppelen van waterstof van verschillende aanbieders aan de grote industriële clusters in Nederland: Eemshaven, Noordzeekanaal, Rotterdam, Zeeland en Limburg.



*Figuur 4.14: Toekomst backbone waterstoftransportnetwerk in Nederland volgens Gasunie*

Zoals uit figuur 4.14 blijkt zal het grootste deel van het waterstofnetwerk (ongeveer 1000 – 1500 km) in Nederland gebaseerd zijn op de ombouw van het bestaande aardgaspijpleidingnet. De eerste tests voor de conversie tussen Dow en Yara hebben geen echte technische moeilijkheden aangetoond. De transportcapaciteit kan toenemen tot ongeveer 15 GW in 2030 via het gebruik van de bestaande infrastructuur. De kosten voor deze omschakeling worden geraamd op minder dan 1 miljard euro.

In Nederland moet nog eens 500 km aan nieuwe waterstofpijpleidingen worden aangelegd; deze nieuwe lijnen worden vooral aangelegd in de havengebieden: deze zullen afzonderlijk worden beschreven.

## Gasunie – opslag

Een noodzakelijk onderdeel van een grootschalig waterstofnetwerk is een corresponderende waterstof-opslagcapaciteit, die moet dienen om waterstofproductie en waterstofgebruik continu in evenwicht te brengen. Gasunie heeft een eerste haalbaarheidsanalyse uitgevoerd voor een grootschalige opslag in de ondergrondse zoutcavernes in Zuidwending, onder de noemer EnergyStock. Figuur 4.15 toont technische specificaties.

EnergyStock is dochter van Gasunie, gespecialiseerd in het faciliteren van de opslag van waterstof in de oorspronkelijke aardgasopslag in Zuidwending. EnergyStock is eigenaar van de bestaande zoutcavernes.

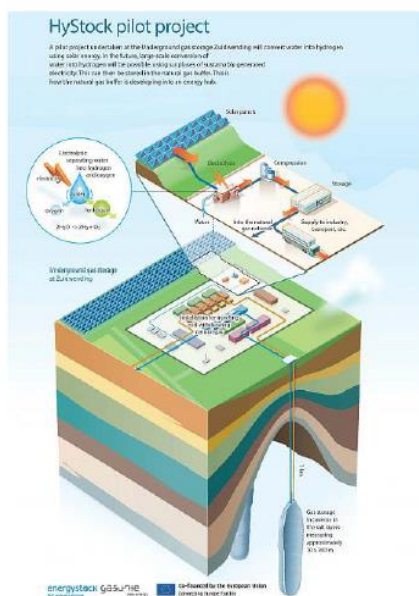


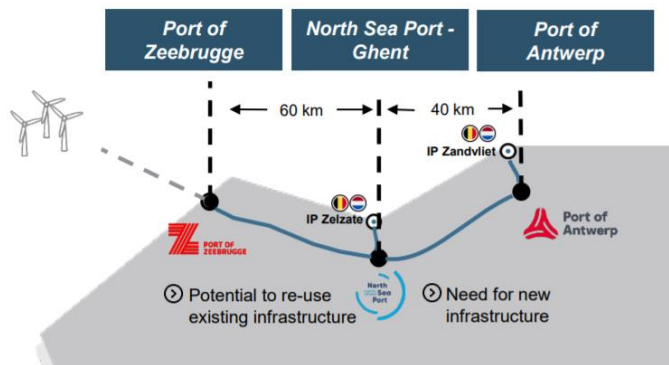
Table 6.5: Parameters of storing hydrogen in underground salt caverns at Zuidwending (data supplied by Gasunie)

Key design parameter	Value
Cavern size	600,000 – 1,000,000 m <sup>3</sup>
Depth	1,000 – 1,500 m
Number of caverns	Starting with 1 for hydrogen storage. Room for at least 10 caverns (based on amount currently available for NG storage)
Minimum operating pressure	80 - 84 bar
Maximum operating pressure	Approximately 180 bar
Maximum daily differential pressure	10 bar (expected)
Gas volumes	Based on one 600,000 m <sup>3</sup> cavern
Cushion gas	156,000 MWh
Working gas	195,000 MWh
<b>Total gas</b>	<b>351,000 MWh</b>
Withdrawal capacity	Max. 18,000 MWh/day (based on one 600,000 m <sup>3</sup> cavern)
Injection capacity	Max. 19,500 MWh/day (based on one 600,000 m <sup>3</sup> cavern)

Figuur 4.15: Specificaties waterstofopslag in zoutcavernes (EnergyStock en Gasunie)

## Waterstofbackbone die de havens van Zeebrugge, North SeaPort en Antwerpen met elkaar verbindt

In België kunnen de havens van Zeebrugge (offshore wind, vloeibaar aardgas terminal, 's werelds grootste haven voor personenauto's), North Sea Port (staal, chemie, raffinaderijen) en Antwerpen (chemie, raffinaderijen) worden verbonden via een waterstofpijpleidingnetwerk (figuur 4.16). De eerste berekeningen zijn gemaakt door Fluxys, Belgische exploitant van hogedruk aardgasinfrastructuur.

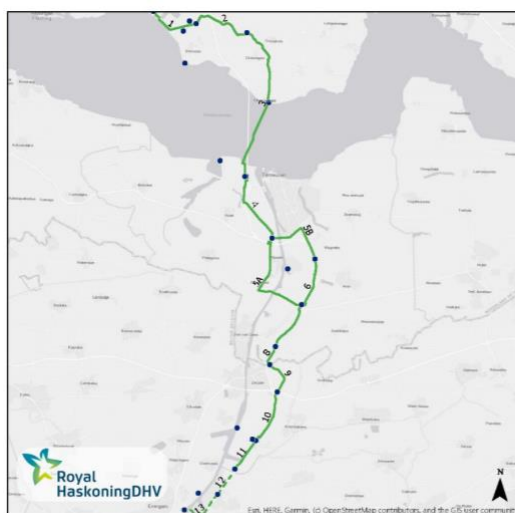


Figuur 4.16: Verbindend waterstofnet Zeebrugge, North Sea port en Antwerpen

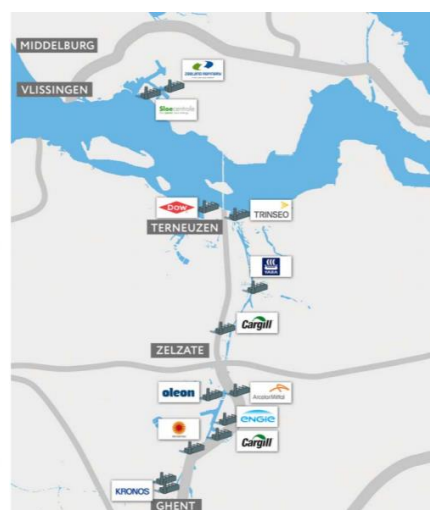
De totale afstand bedraagt ongeveer 100 km, waarbij gedeeltelijk hergebruik van bestaande aardgasinfrastructuur mogelijk is. Zoals eerder gezegd heeft een groot waterstofpijpleidingnetwerk ook voldoende waterstofopslagcapaciteit nodig. In België is er een ondergronds aardgasopslag in Loenhout (aquifer), in de buurt van Antwerpen, met een capaciteit van 8 TWh. De mogelijkheid om deze bestaande aardgasopslag ook te gebruiken voor waterstof is momenteel in onderzoek.

#### Lokaal waterstofpijpleiding-netwerk in North Sea Port

North Sea Port heeft een jaarlijkse vraag naar waterstof van meer dan 400 kton, uitsluitend gebaseerd op aardgas als grondstof. Voor 2030 wordt erop gerekend dat 100 - 200 kton groene waterstof in de haven beschikbaar zal zijn. 12 chemische bedrijven kunnen in North Sea Port worden aangesloten via een waterstofpijpleidingnetwerk van 65 km (figuur 4.17), wat overeenkomt met een investering van ongeveer 50 miljoen euro.



Figuur 3-4 CUST-netwerk binnen havengebied en onderverdeling in segmenten



Figuur 0-1 De twaalf bedrijven betrokken in het CUST-project.

Figuur 4.17: Waterstofinfrastructuur in North Sea Port<sup>19</sup>

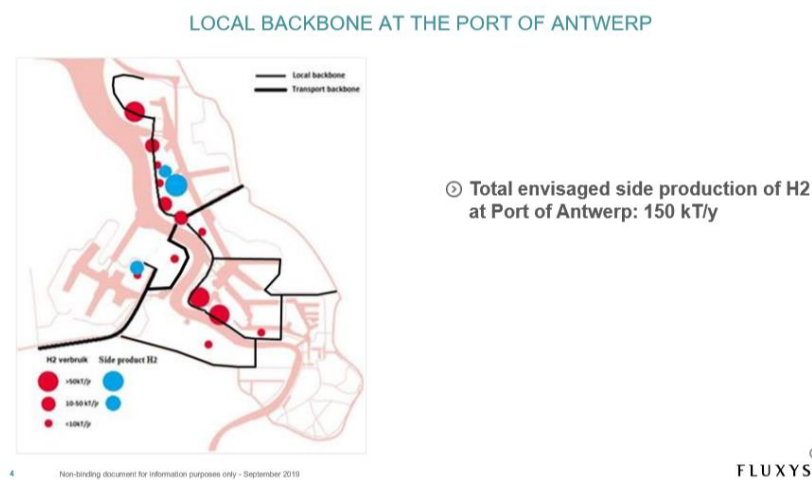
<sup>19</sup> Onderzoek Clean Underground Sustainable Transport (CUST), Royal Haskoning e.a., September 2019



### Lokaal waterstofnetwerk in haven Antwerpen

De haven van Antwerpen wordt gekenmerkt door één van de grootste petrochemische clusters met een grote vraag naar waterstof. Actueel wordt het grootste gedeelte van de verbruikte waterstof geproduceerd uit aardgas en wordt het voornamelijk vervoerd via het bestaand particulier waterstofpijpleidingnetwerk van Air Liquide.

In de toekomst moet de 'grijze waterstof' worden omgezet in groene waterstof en is een nieuw waterstofpijpleidingnetwerk met "open access" noodzakelijk. Uit de eerste schattingen blijkt dat er in de haven zelf een bijkomend netwerk van 30 km nodig is (figuur 4.18).



Figuur 4.18: Waterstofinfrastructuur in haven Antwerpen

### Rotterdamse haven

Eerder is al vermeld dat de haalbaarheid van meerdere grote waterstoffabrieken in de Rotterdamse haven wordt geanalyseerd. Er moet een nieuwe waterstofpijpleiding worden aangelegd om productie-installaties en eindgebruikers met elkaar te verbinden.

Figure 6.10: Reference scope case overview of the blue hydrogen production and transport infrastructure for the Rotterdam port, including both RFG and NG heating demand from end users. 'J#' are identifiers for junction points where the transmission pipeline splits into smaller lines going directly towards the plants.



Figuur 4.19: Waterstofinfrastructuur in de haven van Rotterdam<sup>20</sup>

### Haven van Zeebrugge

De haven van Zeebrugge heeft geen industrie die waterstof gebruikt in de processen, maar de haven van Zeebrugge kan een cruciale rol spelen in de combinatie van offshore-wind – waterstof – vloeibare waterstofterminal. In het geval van dit scenario moet een lokaal waterstofpijpleidingnetwerk worden geïnstalleerd (figuur 4.20).

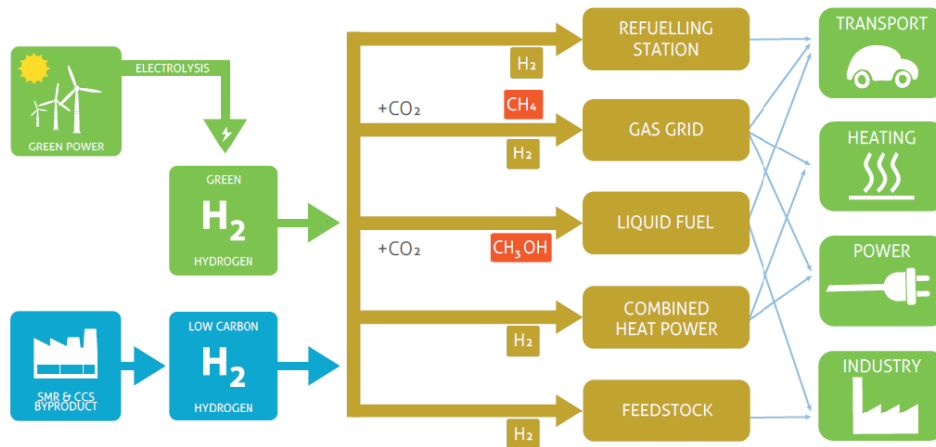


Figuur 4.20: Waterstofinfrastructuur in de haven van Zeebrugge

<sup>20</sup> H-Vision: Blue hydrogen as accelerator and pioneer for energy transition in the industry, Deltalinqs, Juni 2019

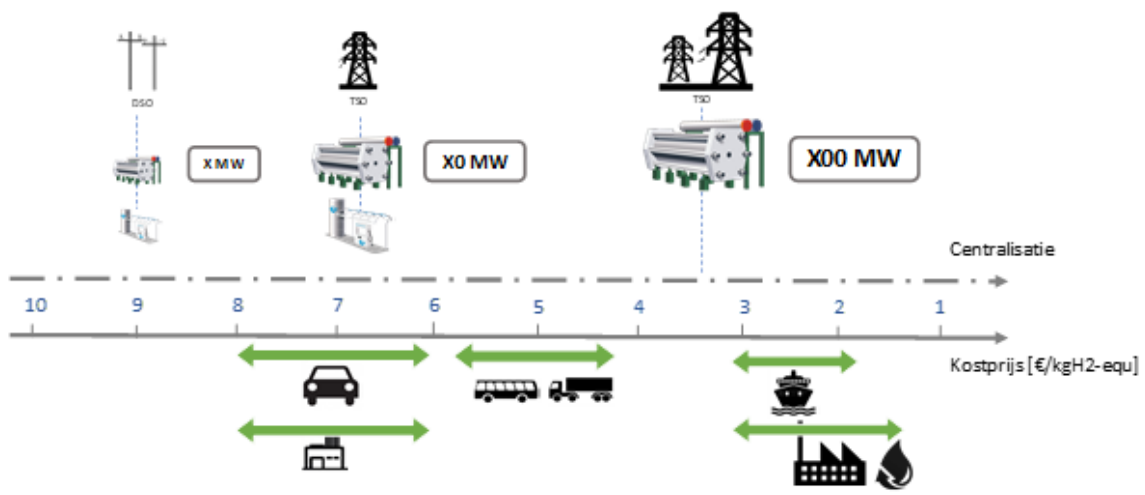
## Waterstofeindgebruikers

Voor de bouw van grootschalige schone waterstofproductie, -opslag en -transport is het van cruciaal belang om eindgebruikers te hebben, die bereid zijn al in een vroege fase actief te zijn in de aankoop van groene waterstof. Figuur 4.21 toont het brede scala van eindgebruikers die kunnen worden geleverd door groene en blauwe waterstof.



Figuur 4.21: Toepassingen waterstof

De verschillende toepassingsgebieden hebben verschillende business-cases, deels afhankelijk van de werkelijke kosten voor waterstof voor de productie en voor eindgebruikers (figuur 4.22). Zo kan het voor een gedeelte van de groene waterstof goedkoper zijn om deze te importeren vanuit het buitenland.



Figuur 4.22: Overzicht relatie capaciteit elektrolyse en toelaatbare kostprijs waterstofproductie <sup>21</sup>

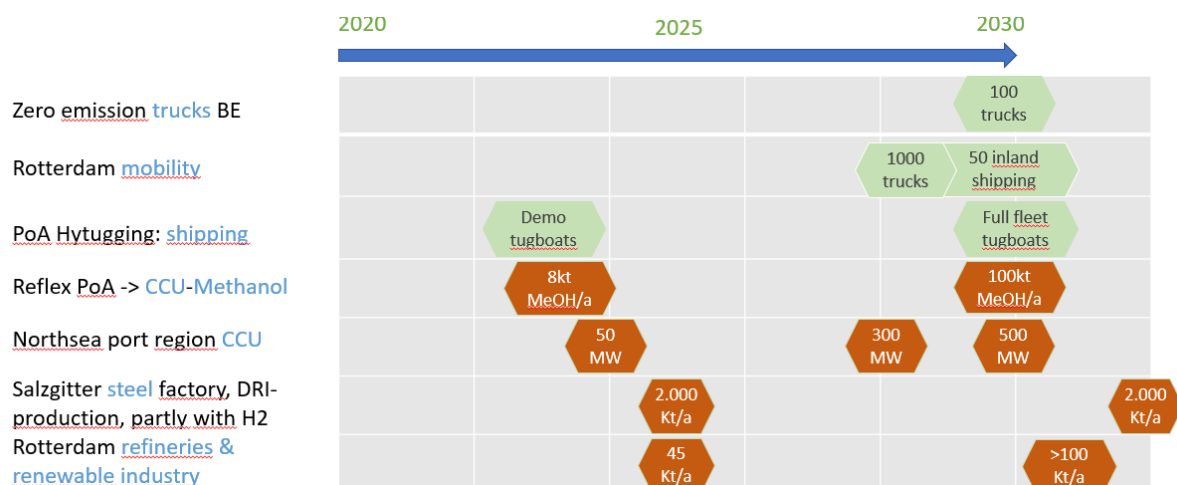
<sup>21</sup> Het potentieel voor groene waterstof in Vlaanderen, een routekaart, WaterstofNet en Hincio, 2018

In het personenvervoer wordt waterstof momenteel getankt voor 10 euro/kg, wat wat brandstofprijs ongeveer 30% duurder is dan voor auto's op diesel / benzine. De kosten voor waterstof voor personenauto's moet dalen tot ongeveer 6 en 8 euro/kg. Aan de productie kant is te zien dat voor kleinschalige elektrolyzers (weinig MW) productiekosten van 9 euro/kg realistisch zijn. Ook deze prijs moet verder dalen.

Door gebruik te maken van grootschalige elektrolyzers (honderden MW) kan een waterstofkostenniveau van 3 – 4 euro/kg bereikt worden. Dat is aanzienlijk lager dan de huidige prijs voor groene waterstof, maar de werkelijke grote industriële eindgebruikers van waterstof (chemische industrie, raffinaderij) betalen actueel minder dan 2 euro/kg voor waterstof op basis van aardgas.

Om grootschalige waterstofproductie op te starten is het daarom belangrijk om ambitieuze eindgebruikers bij de projecten te betrekken.

Figuur 4.23 toont de uitsplitsing van eindgebruikers die verband houden met de eerder genoemde waterstofproductie- en transportprojecten, die zijn toe te wijzen aan lokaties in het Green Octopus gebied.



Figuur 4.22: Deelprojecten eindgebruikers Green Octopus

### Zware vrachtwagens

Hoewel de eerste demonstraties van vrachtwagens op waterstof nu nog maar net beginnen, is in roadmaps voor België en Nederland een aanzienlijk potentieel voor vrachtwagens op waterstof geraamd. Alleen al in de Benelux zullen in 2030 duizenden vrachtwagens op waterstof op de weg zijn. Vooral vloten van vrachtwagens die vanuit de havens rijden zullen een zeer interessante toepassing zijn, omdat alle havens doelstellingen hebben op het gebied van luchtkwaliteit en broeikasgassen.

### Maritieme toepassingen

Maritieme toepassingen met behulp van waterstof kunnen resulteren in relatief grote waterstofvolumes die nodig zijn op duidelijk gedefinieerde plaatsen; de verbinding met de havens is ook voor maritieme toepassingen een sterk voordeel. In de haven van Antwerpen bijvoorbeeld wordt de komende jaren een sleepboot op waterstof gebouwd.

Binnen de regio Green Octopus trekt een zeer grote logistieke stroom van de havens in België en Nederland naar Duitsland: het omzetten van vrachtwagens en schepen naar waterstof als brandstof zal een aanzienlijke positieve impact hebben op de luchtkwaliteit en de vermindering van de broeikasgassen.

### Chemie

In de havens van Groningen (methanol), Rotterdam (raffinaderijen), Antwerpen (methanol) en North Sea (kunstmest, staal) worden op dit moment diverse discussies gevoerd om grote eindgebruikers, voornamelijk uit de chemische en de staal industrie, aan te doen sluiten bij de grootschalige waterstofprojecten.

## 5. Inventarisatie Vlaams-Nederlandse actoren/ecosystemen rond waterstof

Met het Interreg-Vlaanderen-Nederland project “Waterstofregio”, gecoördineerd door WaterstofNet, is vanaf 2009 de basis gelegd om Vlaamse en Nederlandse actoren samen te laten werken.

Het in hoofdstuk 4 gepresenteerde project Green Octopus is een zeer sterk ‘umbrella concept’ om deze Vlaams-Nederlandse samenwerking nog veel sterker uit te werken. Hierbij wordt het haven-infrastructuur karakter van Green Octopus nog veel dieper uitgewerkt en uitgebreid naar de opbouw van een echt Vlaams-Nederlands ecosysteem van bedrijven met focus op innovatie.

Het is daarom essentieel om het overzicht van initiatiefnemers in hoofdstuk 4 uit te breiden met waterstofspelers, verdeeld over de hele waterstofwaardeketen.

In dit hoofdstuk wordt een inventarisatie gemaakt van de Vlaams-Nederlandse spelers rond waterstof en de bestaande organisaties/ecosystemen, waarin deze actief zijn.

### 5.1 Vlaamse actoren/ecosystemen rond waterstof

In de context van het Vlaamse clusterbeleid, werd in 2016 het “Innovatief Bedrijfsnetwerk” Power-to-Gas opgericht. Innovatieve bedrijfsnetwerken zijn kleinere samenwerkingsinitiatieven die bottom-up ontstaan vanuit bedrijven die willen inzetten op een specifiek domein dat hen kansen geeft om hun competitiviteit te verhogen. De initiële groep van 20 industriële partners in Vlaanderen vloeide rechtstreeks voort uit de activiteiten en het netwerk van WaterstofNet.



Figuur 5.1: Initieel clusternetwerk Power to Gas in 2016 met 20 leden

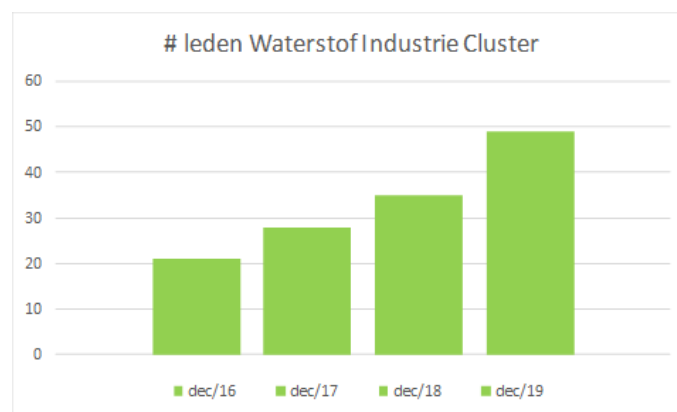
De strategische doelstelling van de cluster was om verschillende bedrijven, die complementair zijn met betrekking tot het power-to-gas concept, structureel te doen samenwerken en op deze manier nieuwe producten en diensten te lanceren die een doorbraak kunnen betekenen voor de waterstofmarkt. Verschillende vormen van samenwerking zijn uit de cluster voortgekomen rond bepaalde locaties en voor diverse applicaties. Het gaat o.a. over het opstellen van haalbaarheidsstudies, het berekenen van business



cases, het toewerken naar concrete demonstratieprojecten, het opstellen van een memorandum en aanbevelingen voor de Vlaamse overheid<sup>22</sup>.

Er is ook veel kruisbestuiving tussen Europese programma's en de clusteractiviteiten. Projectoproepen worden onder de leden verspreid en er wordt actief samengewerkt om met complementaire partners (in binnen- en buitenland) projectvoorstellen in te dienen. Daarnaast zijn er ook intercluster-initiatieven met Vlaamse speerpuntclusters zoals Flux50 (energie), VIL (logistiek) en de Blauwe Cluster (Noordzee).

De Power-to-Gas cluster kende een gestage groei de afgelopen jaren (figuur 5.2). Op drie jaar tijd kwamen er ruim 30 leden bij. De kaap van 50 leden werd net na nieuwjaar gerond en per 1 maart waren er 55 leden in de cluster.



Figuur 4.2: Continue stijging groei ledental van power-to-gas cluster

In augustus 2019 eindigde de steun vanuit Vlaanderen voor het Innovatief Bedrijfsnetwerk Power-to-Gas. Gezien het groeiende karakter van de cluster, werd door WaterstofNet besloten om op eigen kracht verder te gaan en een naamsverandering door te voeren. Sinds 2020 gaat de Power-to-Gas cluster door het leven als de Waterstof Industrie Cluster (WIC), wat beter de lading dekt gelet op de exclusieve focus op waterstof en het Nederlandstalig werkgebied Vlaanderen-Nederland.

Naast een onmiskenbare groei van dit industrieel ecosysteem rond waterstof in Vlaanderen, is ook een verbreding naar Zuid-Nederland merkbaar. Beide regio's worden gekenmerkt door een bestaand ecosysteem van bedrijven die actief zijn ergens in de waardeketen van waterstof of zich in die richting oriënteren. In de praktijk wordt al gericht samengewerkt tussen Vlaamse en Nederlandse bedrijven op eigen initiatief of binnen Europese projecten.

Ook het werkgebied van WaterstofNet ligt in de beide regio's. WaterstofNet ondersteunt dan ook op actieve wijze een uitbreiding van de cluster richting Nederland. Waterstof stopt immers niet aan de grenzen. Samenwerking is in deze demonstratie- en opschalingsfase cruciaal en zal dat ook blijven als we naar een overkoepelende waterstofeconomie in Europa willen evolueren.

<sup>22</sup> <https://www.waterstofnet.eu/nl/nieuws/memorandum-waterstof-als-input-vlaamse-regeringsonderhandelingen>



Figuur 5.3: Waterstof Industrie Cluster in Vlaanderen-Nederland met ruim 55 leden

Om te komen tot een waterstofeconomie, zijn er projectinvesteringen en verdere opschalingen nodig in de hele waterstofketen. Deze keten gaat van spelers betrokken in de productie van groene energie, de productie, het transport en de opslag van waterstof, spelers actief in waterstoftechnologie en in de concrete waterstoftoepassingen tot de uiteindelijke eindgebruikers (figuur 5.4).

Producenten van hernieuwbare energie (wind, zon) spelen een belangrijke rol aangezien groene waterstof via duurzame elektriciteit dient geproduceerd te worden. Binnen de cluster wordt actief bekeken waar (over)productie van groene elektriciteit omgezet kan worden in groene waterstof om hier vervolgens verschillende applicaties en eindgebruikers aan te koppelen.

Waterstof dient na productie (meestal gasvormig) getransporteerd en opgeslagen te worden alvorens het gebruikt kan worden. Vervoer onder druk gebeurt via zogenaamde tubetrailers die waterstof in cilinders vervoeren. Het gas dient gecomprimeerd te worden alvorens het in (meestal composiet) tanks of vaten kan vervoerd of opgeslagen worden. Waterstof wordt ook in grote hoeveelheden via pijpleidingen tot grootverbruikers gebracht, actueel voornamelijk in de chemie.

Om waterstof te produceren, te transporteren en op te slaan, is er specifieke technologie nodig. Elektrolyseurs voor de productie van groene waterstof, speciale opslagvaten en tanks voor het vervoer en de opslag en compressoren voor het comprimeren van waterstof. Vlaanderen kent hier een aantal unieke bedrijven die waterstoftechnologie produceren of onderdelen leveren om dit mogelijk te maken.

Waterstof kan uiteraard gebruikt worden in een breed scala van toepassingen, bijvoorbeeld als brandstof in de transportsector, als opslagmedium voor elektriciteit of voor hoog- en laagwaardige warmtevragen. specifieke applicaties dienen hiervoor ontwikkelend en geproduceerd te worden, zoals brandstofcellen die voor de omzetting naar elektriciteit zorgen voor o.a. voertuigen, motoren die waterstof omzetten in

mechanische energie, tankstations om waterstof te tanken, ketels en WKK's (warmtekrachtkoppeling) om waterstof om te zetten in warmte,.....

Waterstof is tot slot ook een belangrijke grondstof voor de industrie, bijvoorbeeld in raffinaderijen, bij de chemische bedrijven of in de staalindustrie. Vandaag de dag teren deze sectoren nog volledig op grijze waterstof geproduceerd door steam methane reforming (SMR) op basis van aardgas. Een tussenstap naar het vergroenen van waterstof is mogelijk het 'verblauwen' van waterstof door de geproduceerde CO<sub>2</sub> af te vangen en op te slaan (CCS, Carbon Capture and Storage) of te gebruiken (CCU, Carbon Capture and Utilisation).

Samengevat zijn er binnen de Waterstof Industrie Cluster toonaangevende spelers actief in elk onderdeel van de waterstofketen (figuur 5.4).



Figuur 5.4: Waardeketen bedrijven in Waterstof Industrie Cluster

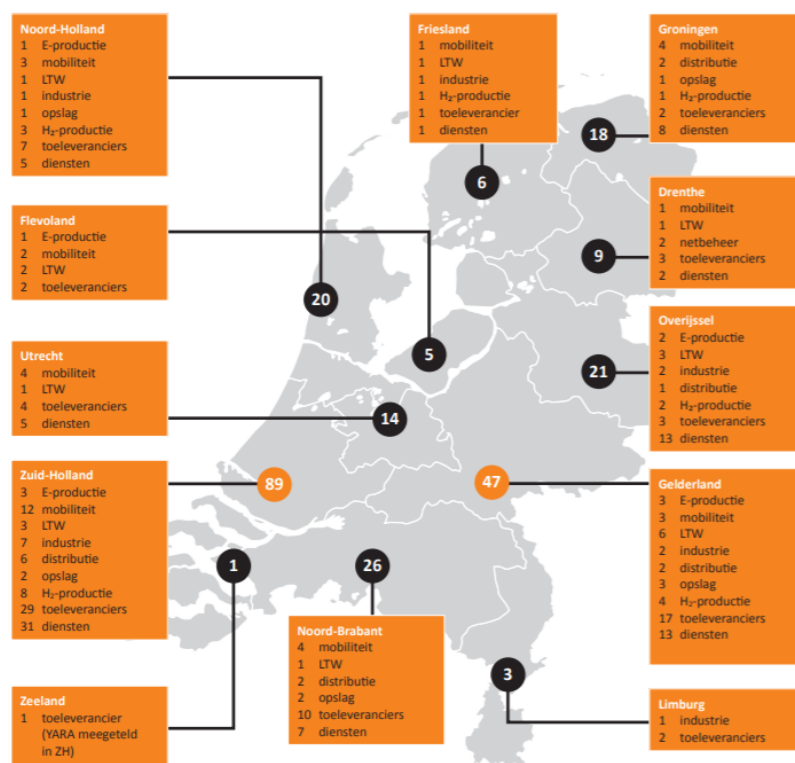
De Waterstof-Industrie-Cluster is het grootste en belangrijkste overkoepelende netwerk van waterstof in Vlaanderen en wordt ook door de Vlaamse overheid als belangrijk aanspreekpunt beschouwd. In het nieuwe Vlaamse Regeerakkoord 2019-2024 is aangekondigd dat Vlaanderen koploper wil worden op het vlak van waterstof in Europa. Dat koploperschap kan mee aangevoerd worden door een aantal belangrijke technologiespelers, die nu al koplopers zijn in Europa (Van Hool uit Koningshooikt voor bussen, Hydrogenics uit Oevel voor elektrolyseurs, Agfa uit Mortsel voor membranen voor elektrolyseurs, Plastic Omnium uit Vilvoorde voor tanks voor voertuigen, Borit uit Geel voor bipolaire platen voor brandstofcellen en elektrolyseurs, Umicore voor katalysatoren voor brandstofcellen, E-Trucks uit Lommel voor vuilniswagens op waterstof,...).

Daarnaast zijn er de speerpuntclusters op vlak van energie (Flux50), chemie (Catalysti), logistiek (VIL), Noordzee (Blauwe cluster) en materialen (SIM), waarin waterstof meer en meer aandacht krijgt. Er zijn reeds initiatieven lopende om de samenwerking tussen deze speerpuntclusters en de Waterstof Industrie Cluster te intensifiëren.

Daarnaast is er ook een sterk stijgende belangstelling voor waterstof bij beroepsfederaties als Agoria (federatie van technologiebedrijven), waarbij bijvoorbeeld ook binnen de ontwikkeling van Green Octopus samengewerkt wordt met de Waterstof Industrie Cluster.

## 5.2 Nederlandse actoren/ecosystemen rond waterstof

Door FME, de brancheorganisatie van Nederlandse technologiebedrijven, is in oktober 2019 de studie “Waterstof: kansen voor de Nederlandse industrie” gepubliceerd<sup>23</sup>. In deze studie is figuur 5.5 weergegeven, waarin per provincie is aangegeven hoeveel spelers en uit welk gedeelte van de waardeketen deze spelers actief zijn. Met “actief zijn” wordt bedoeld ‘lid van een waterstoforganisatie’, ‘indiener van patentaanvragen voor waterstof’, ‘bedrijf dat subsidie in verband met waterstof toegekend heeft gekregen’ of ‘standhouder op de Hannover Messe 2019’. Dit geeft aan dat in elke provincie activiteiten op vlak van waterstof plaatsvinden.



Per bedrijf zijn meerdere rollen mogelijk. Hierdoor kan totaal van alle ketenposities hoger uitvallen dan totaal aantal bedrijven.

Figuur 5.5: Beeld van aantal actieve spelers op vlak van waterstof over de keten en verdeling over de provincies

<sup>23</sup> Waterstof: kansen voor de Nederlandse industrie, Ekinetix en Stratelligence, Oktober 2019

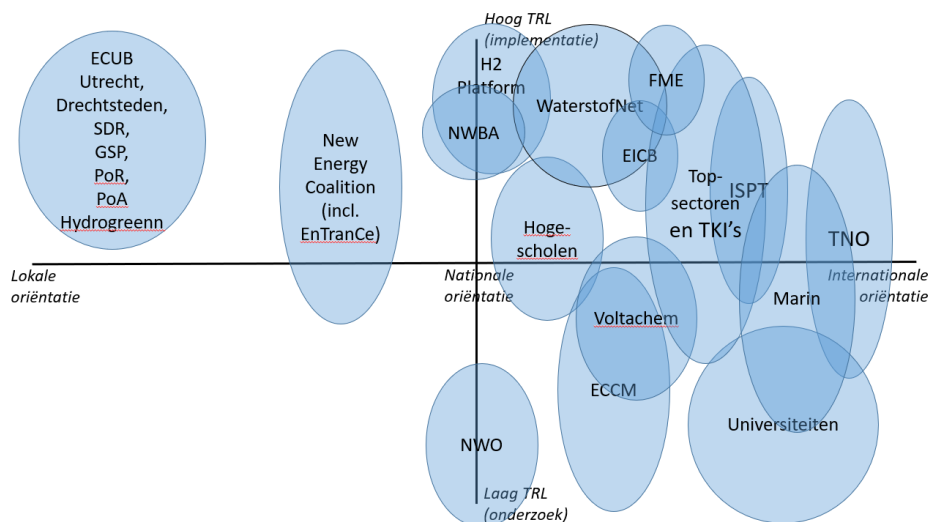
Uit de studie van FME blijkt dat in Nederland 274 bedrijven bezig zijn met waterstof of waarbij waterstof mogelijk in hun activiteiten past.

Naast de individuele bedrijven zijn er in Nederland diverse organisaties actief rond waterstof.

Figuur 5.6 geeft een indicatief overzicht met daarin per netwerk/type speler hoe zij zich situeren ten opzichte van geografische oriëntatie (regionaal – nationaal – internationaal) en van TRL-niveau (Technology Readiness Level, van laag (onderzoek) tot hoog (implementatie)).

Links in figuur zien we een relatief groot aantal spelers/netwerken, die vooral denken vanuit een lokaal belang en gericht zijn op regionale initiatieven. In het overzicht van figuur 5.6 zijn er een aantal genoemd, maar er komen er steeds meer en gezien de stijgende belangstelling zullen nog nieuwe regionale initiatieven gelanceerd worden.

Het lage TRL-onderzoek situeert zich logischerwijs in de nationale/internationale context en speelt zich vooral af bij de onderzoeksorganisaties (NWO, universiteiten,...).



<i>ECUB:</i>	<i>Energie Cluster Utrechtse Bedrijven</i>
<i>Drechtsteden:</i>	<i>Samenwerkingsverband Dordrecht, Barendrecht, Papendrecht,...</i>
<i>SDR</i>	<i>Smart Delta Resources</i>
<i>GSP</i>	<i>Groningen Seaports</i>
<i>PoR</i>	<i>Haven van Rotterdam</i>
<i>PoA</i>	<i>Haven van Amsterdam</i>
<i>Hydrogreenn</i>	<i>Noord Nederland</i>
<i>NWBA</i>	<i>Nederlandse Waterstof en Brandstofcel Associatie</i>
<i>NWO</i>	<i>Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek</i>
<i>FME</i>	<i>Ondernemersorganisatie voor de technologische industrie</i>
<i>EICB</i>	<i>Expertise en Innovatie Centrum Binnenvaart</i>
<i>ECCM</i>	<i>Elektrochemisch Conversie en Materialen</i>
<i>ISPT</i>	<i>Institute for Sustainable Process Technology</i>
<i>Marin</i>	<i>Maritiem Onderzoeksinstituut</i>

*Figuur 5.6: Indicatieve positionering van Nederlandse spelers/organisaties rond waterstof*

Het H<sub>2</sub>Platform is een netwerk met actueel 29 leden, dat financieel ondersteund wordt door zowel de leden als de ministeries van I&W en EZK. De leden zijn ([www.opwegmetwaterstof.nl](http://www.opwegmetwaterstof.nl)): Air Liquide, Air Products, Alstom, Batenburg Techniek, Bovag, Deltalinqs, Energy Valley, Engie, Gasunie, Green Planet, Groningen Seaports, H2Point, Havenbedrijf Rotterdam, Holthausen Group, Hygro, Louwman Group, Nouryon, NWBA, PitPoint, RAI Vereniging, Recoy, Resato, Shell Nederland, Tata Steel, Vattenfall, VOPAK, WaterstofNet en ZEPP-solutions.

Het H<sub>2</sub>Platform zorgt voor gezamenlijke visievorming en belangenbehartiging, voor publiciteit, voor ontmoetingen, netwerkvorming en kennisuitwisseling tussen overheden, kennisinstellingen en bedrijven. Waar zich kansen voordoen zorgt het H<sub>2</sub>Platform voor het verbinden van partijen in consortia voor concrete projecten. Het H<sub>2</sub>Platform speelt dus een verbindende en voorwaardenscheppende rol; het platform realiseert niet zelf concrete waterstofprojecten.

Naast het H<sub>2</sub>Platform is er de Nederlandse Waterstof en Brandstofcel Associatie, die als doel heeft het toepassen van waterstof- en brandstofceltechnologie in Nederland in de breedste zin te bevorderen. NWBA heeft als hoofdactiviteiten 'krachten bundelen', 'kennis delen' en 'vertegenwoordigen'. Actueel heeft de NWBA de volgende 44 leden ([www.nwba.nl](http://www.nwba.nl)): Air Liquide, Air Products, Bredenoord, Bronkhorst, BZO tankstations, ContrAll, Deerns, Ebby Road, Emmett Green, Energy Valley, Enviu, Gemeente Arnhem, Georg Fischer, H2Point, H2Tech, Hamer, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Hydrasun, Hydrogenics, Hydrogenious, HyET, Hygear, Hymove, IMI Precision Engineering, Kiwa, KWR, LeakControl, Mourik, Nedstack, NEN, Nouryon, PitPoint, Raak, Rebel, Resato, Ringas, Shell, Tankpunt, Teesing, GreenVillage, Linde, Tieluk, TwynstraGudde en van Holsteijn en Kemna.

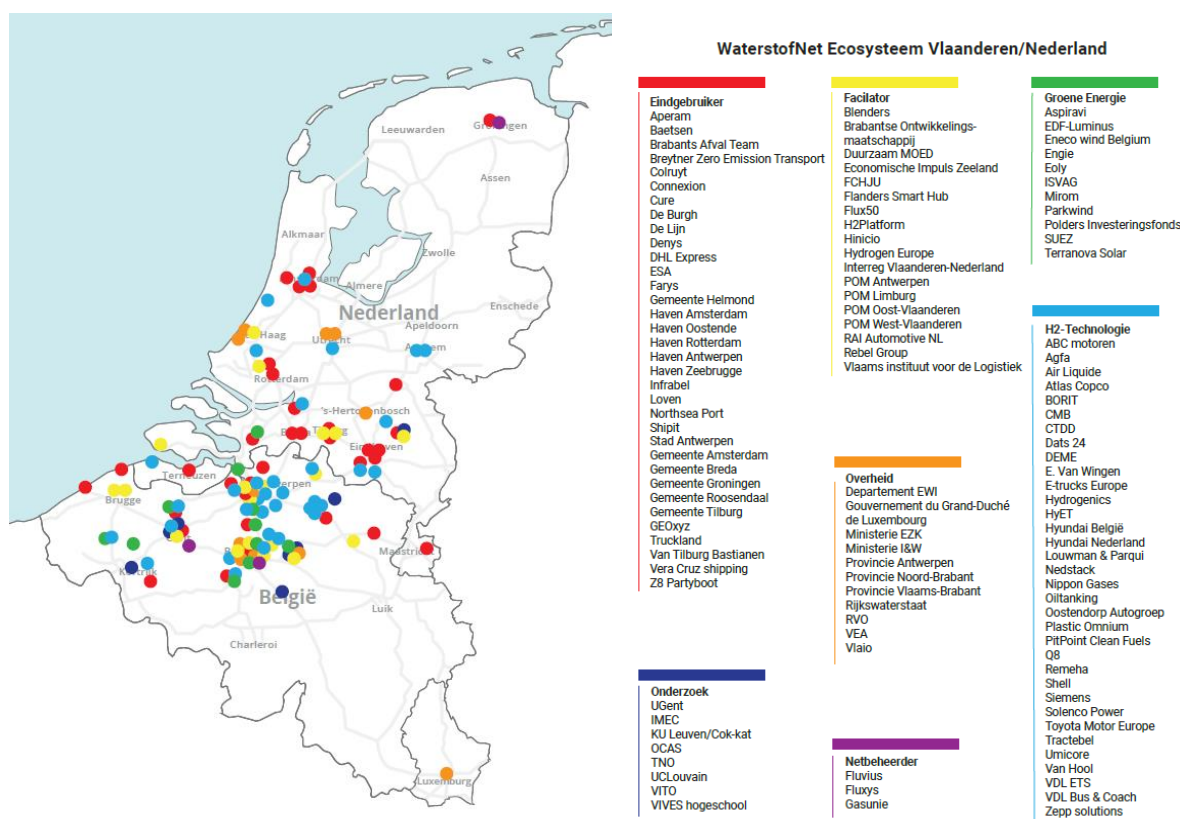


## 6. Complementariteit/versterking Vlaams-Nederlandse ecosysteem

In hoofdstuk 5 zijn een aantal bestaande netwerken/ecosystemen in Nederland en Vlaanderen vermeld. Gecombineerd met de initiatiefnemers in Green Octopus projecten, beschreven in hoofdstuk 3, komen we in Vlaanderen en Nederland tot een zeer sterke concentratie van waterstofspelers.

Een specifiek voorbeeld van Vlaams-Nederlandse samenwerking zijn de projecten Waterstofregio en Waterstofregio 2.0, die beiden binnen Interreg Vlaanderen-Nederland zijn ondersteund en gerealiseerd werden over de periode 2009 – 2020. Deze twee projecten en de daaruit ontstane vervolprojecten hebben veel zichtbare demonstraties opgeleverd en ook een ecosysteem rond waterstof voor de regio Vlaanderen-Nederland, bestaande uit meer dan 100 spelers.

Figuur 6.1 geeft een overzicht van het WaterstofNet Ecosysteem Vlaanderen/Nederland.



Figuur 6.1 WaterstofNet ecosysteem Vlaanderen-Nederland 2009 - 2019<sup>24</sup>

<sup>24</sup> WaterstofNet, 10 jaar Vlaams-Nederlandse samenwerking rond waterstof: ervaringen en perspectieven, november 2019, [www.waterstofnet.eu](http://www.waterstofnet.eu)

In dit hoofdstuk wordt per onderdeel van de waardeketen een overzicht gegeven van actieve Vlaamse en Nederlandse spelers.

Hierbij wordt de waardeketen onderverdeeld in de volgende basis-onderdelen:

1. Productie
2. Transport/opslag/tankstations
3. Toepassingen

Per speler wordt aangegeven in welke technologiefase de producten zitten en of ze in Vlaanderen of Nederland gevestigd zijn:

- O      Onderzoek  
            Bedrijven doen onderzoek naar waterstoftechnologie
- D      Demonstratie  
            Bedrijven hebben een externe demonstratie gerealiseerd
- S      Supplier  
            Bedrijven bieden systemen te koop aan
  
- VI     Vlaanderen  
            Bedrijven hebben waterstofactiviteiten en daaraan gekoppelde  
            werkgelegenheid in Vlaanderen  
            Bedrijven actief rond waterstof met hoofdvestiging in Vlaanderen
- NI     Nederland  
            Bedrijven hebben waterstofactiviteiten en daaraan gekoppelde  
            werkgelegenheid in Nederland  
            Bedrijven actief rond waterstof met hoofdvestiging in Nederland
- B      Buitenland  
            Buitenlandse bedrijven met belangrijke waterstofactiviteiten en  
            belangrijke vertegenwoordiging in Nederland/Vlaanderen

Het volgende overzicht is een **momentopname** en geeft een **indicatie** hoe het Vlaams-Nederlandse ecosysteem er op vlak van technologie uit ziet. Hoewel zoveel mogelijk volledigheid is nagestreefd is het met de huidige sterke ontwikkelingen nauwelijks mogelijk om een volledig en actueel beeld van alle actieve spelers in Vlaanderen-Nederland te geven. Bij de “status” is steeds maar één vak gekleurd, wat aangeeft hoever een speler staat: natuurlijk is elke speler die ‘supplier is ook nog bezig met onderzoek en demonstraties/pilootprojecten.

Voor wat betreft de Nederlandse spelers is uitgegaan van de beschrijving van het overzicht van de waterstofprojecten in “Waterstof voor de energietransitie”<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> Waterstof voor de energietransitie, bijlage C, Jörg Gigler e.a., TKI Nieuw Gas, 2020

## Waterstofproductie

Voor de productie van waterstof heeft de regio Vlaanderen-Nederland een sterke vertegenwoordiging van technologiespelers, zowel op vlak van elektrolyse (alkalisch en PEM) als reformers. Daarnaast is in Nederland een grote fabriek van vloeibare waterstof operationeel, één van de drie fabrieken in Europa die vloeibare waterstof kan produceren. Tabel 6.1 geeft een overzicht van de Vlaams-Nederlandse spelers op vlak van waterstofproductie.

Tabel 6.1: Overzicht Vlaams-Nederlandse spelers in waterstofproductie

		Status			Geografie		
		O	D	S	VI	NI	B
<b>Alkalische electrolyse</b>		O	D	S	VI	NI	B
Agfa	Membranen						
Borit	Bipolaire platen						
Hydrogenics	Electrolyse-systemen						
Nouryon	Operator water-electrolyse						
<b>PEM Electrolyse</b>		O	D	S	VI	NI	B
Fujifilm	Membranen						
Hydron	MEA						
Borit	Bipolaire platen						
Frames	Systeem-integrator						
Hydrogenics	Electrolyse-systemen						
COKAT/KULeuven	Waterstofpanelen						
PTG Eindhoven	Onderzoek						
<b>Reformers</b>		O	D	S	VI	NI	B
Hygear	Kleinschalige reformers						
Air Liquide	Grootschalige reformers						
Air Products	Grootschalige reformers						
<b>Vloeibare waterstof</b>		O	D	S	VI	NI	B
Air Products	Grootschalige liquifactie						

In de Nederlandse FME-studie wordt als één van de vier kernambities voor Nederland het ontwikkelen van een elektrolyse-speler genoemd. Uit tabel 6.1 blijkt dat door slimme samenwerking tussen Nederlandse en Vlaamse spelers, deze ambitie mogelijk versneld gerealiseerd kan worden.

## **Transport/opslag**

In de regio Vlaanderen-Nederland situeert zich een aantal actoren rond de ontwikkeling van compressoren, een cruciale schakel in opslag en transport van gasvormig waterstof. De regio Vlaanderen-Nederland beschikt overigens, zoals eerder in hoofdstuk 3, besproken over een uniek ondergronds waterstofleiding-netwerk.

Tabel 6.2 Overzicht compressie-opslag-transportinfrastructuur

		Status			Geografie		
		O	D	S	VI	NI	B
<b>Compressoren</b>							
HyET	Electrochemisch						
Resato	Mechanisch						
Howden	Mechanisch						
Atlas Copco	Mechanisch						
<b>Opslag</b>							
Plastic Omnium	350 en 700 bar tanks						
<b>Leidingnet</b>							
Air Liquide	800 km						
Air Products	140 km						

Actueel zijn er 6 publieke waterstoftankstations operationeel in Nederland/Vlaanderen. Daarnaast zijn er 20 gesubsidieerde waterstoftankstations in ontwikkeling. Tabel 6.3 geeft de exploitanten/bouwers van de 6 publieke operationele waterstoftankstations.

Tabel 6.3 Overzicht Vlaams-Nederlandse spelers in publieke operationele waterstoftankstations

		Status			Geografie		
		O	D	S	VI	NI	B
<b>Tankstations</b>							
PitPoint/Total	Bouwer/Exploitant						
Resato	Bouwer						
Hydrogenics	Bouwer						
Air Liquide	Bouwer/Exploitant						
DATS24	Exploitant						

## Toepassingen

Bij de bespreking van de toepassingen wordt onderscheid gemaakt tussen de conversietechnologie en de daadwerkelijke toepassingen.

In geval van conversietechnologieën wordt onderscheid gemaakt tussen brandstofcellen, motoren en turbines (tabel 6.4).

Tabel 6.4: Overzicht Vlaams-Nederlandse spelers in conversietechnologie

		Status			Geografie		
		O	D	S	VI	NI	B
<b>Brandstofcellen</b>		O	D	S	VI	NI	B
Borit	Bipolaire platen						
Nedstack	Brandstofcellen						
<b>Motoren</b>		O	D	S	VI	NI	B
ABC	Motoren						
CMB	Ombouw motoren						
<b>Gasturbines</b>		O	D	S	VI	NI	B
Thomassen	Gasturbines						

Tabel 6.5 toont een overzicht van de toepassingen, zowel op vlak van mobiliteit als op vlak van de gebouwde omgeving. Met name op vlak van heavy duty toepassingen heeft de regio een aantal unieke technologiebedrijven, die in Europa toonaangevend zijn. In de gebouwde omgeving zijn zowel technologiespelers op vlak van brandstofcellen als op vlak van ketels actief.

Tabel 6.5 Overzicht Vlaams-Nederlandse spelers in toepassingen

		Status			Geografie		
		O	D	S	VI	NI	B
<b>Mobiliteit</b>		O	D	S	VI	NI	B
Van Hool	Bussen						
VDL	Bussen						
HyMove	Bussen						
E-Trucks	Vuilniswagens						
VDL	Vrachtwagens						
CMB	Ferryboot						
Holthausen	Bestelwagens/Veegwagens						
<b>Gebouwde omgeving</b>		O	D	S	VI	NI	B
Remeha	Ketels						
Solenco Power	Elektrolyse_brandstofcel						

Uit deze overzichten blijkt dat Vlaanderen en Nederland samen op de volgende technologieontwikkelingen samen een bijzonder sterk ecosysteem kunnen vormen:

- elektrolyse
- compressoren
- brandstofcellen/motoren/turbines
- heavy duty toepassingen (bussen/vuilniswagens/vrachtwagen/maritiem)

Gerichte samenwerking op deze domeinen kan maken dat de regio Vlaanderen-Nederland een koppositie inneemt in Europa.

## 7. Samen denken over beleid en financieringsmogelijkheden

Zowel Nederland als Vlaanderen investeren sterk in onderzoek, innovatie en demonstraties van nieuwe technologische oplossingen voor een meer duurzame energievoorziening. Er is bij beide overheden ook een sterke belangstelling voor waterstof als energiedrager en grondstof, die kan bijdragen tot het koolstof neutraal maken van de energie- en grondstoffenvoorziening.

Eerder is in hoofdstuk 3 beschreven dat zowel Vlaanderen (regeerakkoord) als Nederland (kabinetsvisie) sterke ambities hebben op vlak van waterstof als duurzame energietechnologie.

Daarnaast geeft Europa ook aan dat de komende jaren veel middelen beschikbaar zullen komen voor de ondersteuning van onderzoek en ontwikkeling, grootschalige demonstraties en implementatie van technologieën om de klimaateffecten te beperken. Waterstof is een integraal onderdeel van de “European Green Deal” en met de ‘Clean Hydrogen Alliance’, als onderdeel van de nieuwe ‘industry policy’ zal Europa zich internationaal nog meer profileren op het vlak van waterstof en de daarvoor benodigde middelen beschikbaar maken.

### Naar een complementaire ‘programmatische aanpak van waterstof’

De ontwikkeling van beleid in Vlaanderen en Nederland verschilt fundamenteel in procedures en werkwijzen en een gemeenschappelijk beleid is daarom weinig realistisch en ook niet nodig.

Wat wel belangrijk is dat in het kader van de overkoepelende Europese context rond waterstof, Vlaanderen en Nederland zo hecht mogelijk gaan samenwerken om elkaar te versterken, onder het mom van “1 + 1 = 3”.

Een mogelijke denkpiste die deze complementariteit aantoont is om het grensoverschrijdende/complementaire ecosysteem, dat Green Octopus zou kunnen realiseren te baseren, te vertalen naar de programmatische aanpak, zoals die in het rapport “Waterstof voor de energietransitie” opgesteld<sup>26</sup>.

De in dit rapport gepresenteerde methodologie is goed toepasbaar op concepten als Green Octopus en in een Vlaams-Nederlandse samenwerking zou in deze een toegevoegde waarde kunnen betekenen.

De programmatische aanpak bestaat uit 5 fasen:

1. Van visie naar beleidsvorming
2. Laten zien in grootschalige praktijkprojecten
3. Creëren van randvoorwaarden
4. Onderzoek voor de langere termijn
5. Ondersteunende en flankerende activiteiten

In verband met Green Octopus is vooral fase 2 relevant. In het rapport wordt fase 2 als volgt omschreven: “Dit deel gaat over praktijkprojecten met waterstof die in de periode 2020 – 2030 gereed moeten zijn voor brede implementatie en daarom op korte termijn verkend en gedemonstreerd moeten worden. Deze

---

<sup>26</sup> Waterstof voor de energietransitie, Jörg Gigler e.a., TKI Nieuw Gas, 2020

projecten dienen meerdere doelen, zoals versnelde introductie van op waterstof gebaseerde oplossingen, organiseren van integrale waterstofketens, testen en ontwikkelen van business cases, en werken aan maatschappelijke inbedding via praktijkvoorbeelden, die geschikt zijn voor toekomstige opschaling. Korte(re) termijn R&D -vragen maken hiervan onderdeel uit.”

In de Nederlandse studie zijn deze 5 onderdelen verder ontwikkeld voor de periode 2020 – 2030, waarbij naast inhoud, ook een timing en een indicatief budget zijn opgesteld (figuur 7.1).

Thema	Timing (wanneer gereed)	Geschat budget (M€)
<b>1 Van visie naar beleidsvorming</b>		
1A. Beleidsvisie waterstof	Begin 2020	Geen
1B. Studies voor programmaontwikkeling	Doorlopend	Jaarlijks 0,2-0,5
<b>2 Laten zien in grootschalige praktijkprojecten</b>		
2A. Realisatie grootschalige waterstofproductie op GW-schaal	2030	1.000+
2B. Aanleg van een waterstofbackbone in Nederland en waterstofopslag	Rond 2030	Deels publiek
2C. Inzet van stuurbare, flexibele elektriciteitscentrales op waterstof	2030	250+
2D. Demonstratie van 3-5 pilots met waterstof in de gebouwde omgeving	2025	10-20
2E. Uitrol van mobiliteit op waterstof incl. vulpunten	2025	10-20
2F. Pilot- en demoprojecten waterstof in de industrie (valt deels onder 2A)	2025-2030	50-100
2G. Inpassing decentrale duurzame elektriciteitsproductie via waterstof	2025	10-20
2H. Ontwerp en aanleg testenergie-eiland	Voor 2030	100+
<b>3 Creëren van de randvoorwaarden</b>		
Diverse onderwerpen, uit te werken in de komende jaren (o.a. veiligheid, wet- en regelgeving, gaskwaliteit, standaardisatie)	2020-2021	10-20
<b>4 Onderzoek voor de langere termijn</b>		
Middellange tot lange termijn R&D-agenda ten uitvoer brengen	2020-2030	Jaarlijks 5-10
<b>5 Ondersteunende en flankerende activiteiten</b>		
5A. Certificering van waterstof	2020-2021	Beperkt
5B. Internationale afstemming en samenwerking	Doorlopend	Beperkt
5C. Divers: regionale samenwerking, HCA, Digitalisering, MVI etc.	Doorlopend	Beperkt
<b>TOTAAL</b> (zeer globale schatting voor de periode 2020-2030)		<b>Ordegrootte</b> <b>1.500 - 2.000</b>

Figuur 7.1: Overzicht programmatische aanpak waterstof 2020 – 2030, geraamd, zeer indicatief budget<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Waterstof voor de energietransitie, Jörg Gigler e.a., TKI Nieuw Gas, 2020



In tabel 7.1 is de Nederlandse programmatische aanpak toegepast op Green Octopus.

Tabel 7.1 Green Octopus ingepast in programmatische aanpak

	Thema	Green Octopus
1	Van visie naar beleidsvorming	Inpassing van Green Octopus in beleid op vlak van energie, mobiliteit, economie, werkgelegenheid, onderzoek, onderwijs
2A	Realisatie grootschalige waterstofproductie op GW-schaal	Figuur 4.12
2B	Aanleg van een waterstofbackbone in Nederland en waterstofopslag	Figuur 4.13
2C	Inzet van stuurbare, flexibele elektriciteitscentrales op waterstof	Ombouw aardgasturbines naar waterstofturbines
2D	Demonstratie van 3 – 5 pilots met waterstof in de gebouwde omgeving	Startprojecten in havengebieden
2E	Uitrol van mobiliteit op waterstof incl, tankstations	Figuur 4.22
2F	Pilot- en demoprojecten waterstof in de industrie	Figuur 4.12
2G	Inpassing decentrale duurzame elektriciteitsproductie via waterstof	Startprojecten in havengebieden/industriecluster
2H	Ontwerp en aanleg testenergie-eiland	Nog niet opgenomen
3	Creëren van de randvoorwaarden	Wetgeving, rol van import van waterstof
4	Onderzoek voor de langere termijn	Opschaling, noodzakelijke technologiedoorden
5A	Certificering van waterstof	Waardering van blauwe/groene waterstof ten opzichte van grijze waterstof
5B	Internationale afstemming en samenwerking	Samenwerking Nederland, Vlaanderen/België, Duitsland
5C	Regionale samenwerking	Verbinden van industrieclusters

#### Mogelijkheden voor financiering

Vanuit de Vlaamse overheid zijn onder andere via VLAIO financiële middelen ter ondersteuning beschikbaar voor Onderzoek & Ontwikkelingsprojecten, waarvan technologieontwikkelingen op vlak van waterstof kunnen genieten.

Ook bij de Nederlandse overheid zijn subsidieprogramma's voor waterstof beschikbaar, bijvoorbeeld de jaarlijkse terugkerende DKTI-subsidieregeling en de subsidies die via de Topsector Energie en RVO

beschikbaar worden gesteld. Binnen DKTI was de laatste jaren vooral financiering beschikbaar voor cofinanciering van Europees gesubsidieerde waterstoftankstations en voor proeftuinen rond waterstof.

Voor Green Octopus, als samenwerkingsproject tussen Nederland, Vlaanderen/België en Duitsland is de Europese dimensie cruciaal. Niet alleen vanwege de noodzakelijke grensoverschrijdende samenwerking als gewerkt wordt aan de aanleg van een waterstofinfrastructuur, maar ook vanwege de beschikbaar komende financiële ondersteuning vanuit Europa.

Er zullen binnen de European Green Deal ongetwijfeld nieuwe financieringsmechanismes ontwikkeld worden, die de verdere ontwikkeling van waterstof zullen ondersteunen.

Ondertussen zijn de volgende Europese instrumenten al voorhanden om waterstofprojecten te ondersteunen:

- FCH-JU
- IPCEI
- Interreg
- CEF
- ETS-IF
- EIB

#### FCH-JU

De Fuel Cell & Hydrogen Joint Undertaking is een publiek-private samenwerking rond waterstof, die inmiddels meer dan 10 jaar operationeel is. Jaarlijks wordt vanuit Europa ongeveer 100 miljoen euro beschikbaar gesteld, op voorwaarde dat de industrie/onderzoeksinstituten ook zelf 100 miljoen euro bijdragen. Via FCH-JU zijn cruciale ontwikkelings- en demonstratieprojecten in Europa gerealiseerd en is een Europese 'waterstof-community' van meer dan 150 spelers opgebouwd onder de vlag van Hydrogen Europe. Hoewel de werking FCH-JU 2.0 eind 2020 afloopt, zal er naar verwachting een nieuw programma rond waterstof ((Horizon Europe Partnership) vanuit Europa gelanceerd worden, actueel wordt de werktitel 'Clean Hydrogen' hiervoor gebruikt.

#### IPCEI

IPCEI, Important Project of Common European Interest, is een Europees programma, waarbij lidstaten onder bepaalde specifieke voorwaarden aan bedrijven financiële ondersteuning kunnen geven, die vrijgesteld is van de Europese staatssteunregels. Doelstelling is dat in Europa rond belangrijke toekomstige technologiedomeinen een Europese waardeketen opgebouwd wordt. Zo zijn er al een IPCEI-micro-elektronica en een IPCEI-batterijen goedgekeurd en opgestart. Eind 2019 is de start gemaakt met de ontwikkeling van een IPCEI-waterstof, waarbij Hydrogen Europe en DG GROW, DG COMP in Europa het proces opgestart hebben. In oktober is op vraag van Hydrogen Europe en DG GROW in Brussel op een groot IPCEI-evenement het project 'Green Octopus' voorgesteld als mogelijk onderdeel van IPCEI. In de maanden

daarna zijn door 10 bedrijven (Engie, Gasunie, Fluxys, Colruyt, VDL, Salzgitter, haven Antwerpen, North Sea Port, haven Zeebrugge en haven Rotterdam) met WaterstofNet als coördinerende organisatie de volgende stappen gezet in de voorbereiding van elementen van Green Octopus voor IPCEI-financiering. Hierbij wordt grensoverschrijdend (Nederland, Vlaanderen/België, Duitsland) samengewerkt.

### Interreg

Interreg-programma's lenen zich vooral voor demonstratie van waterstoftechnologieën. Zo zijn binnen Interreg-Vlaanderen-Nederland (Waterstofregio en Waterstofregio 2.0) al tientallen belangrijke demonstratieprojecten gerealiseerd, of zullen nog gerealiseerd worden: 1 MW brandstofcel op restwaterstof, tankstation in Halle voor heftrucks, uitbreiding tankstation in Halle voor personenauto's, waterstoftankstation in Helmond, waterstoftankstation in Breda, waterstoftankstation in Wilrijk, vuilniswagen op waterstof, sloepen op waterstof, bus op waterstof, vrachtwagen op waterstof en een mobiel waterstofvulpunt. Ook binnen Interreg NorthWestEurope en Interreg 2 Zeeën zijn al waterstofprojecten goedgekeurd voor vrachtwagens (H2Share) respectievelijk vaartuigen (ISHY).

Het is daarom belangrijk om in de volgende ronde van Interreg-programma's te kijken welke regionale waterstofprojecten in de oproepen passen.

### CEF

CEF, Connecting Europe Facility, is een Europees steunprogramma dat vooral gericht is de ontwikkeling van infrastructuur. Dat kunnen fysieke transportnetwerken zijn voor energiedragers, maar ook waterstoftankstations langs de gedefinieerde corridors in Europa kunnen daarin gesteund worden. Wat betreft initiatieven als Green Octopus is het interessant om te kijken op welke wijze infrastructuurprojecten binnen CEF gesteund kunnen worden.

### ETS-IF

ETS-IF, Emissions Trading System – Innovation Fund wil vooral demonstratieprojecten subsidiëren, die gericht zijn op :

- Innovatieve koolstofarme technologieën, processen en producten in industriële sectoren die zijn opgenomen in de ETS-richtlijn
- Milieuveilige afvang en opslag en/of gebruik van CO<sub>2</sub> (CCUS)
- Innovatieve technologieën voor hernieuwbare energie en energieopslag

Doel van de demonstratieprojecten is het koolstofneutraal maken van Europa. Hoewel het fonds gevoed is uit EU-ETS-bedrijven, kunnen alle bedrijven van het fonds genieten. ETS-IF zal tussen 2020 en 2030 lopen via afzonderlijke calls (eerste verwachte call in juni 2020) en omvat naar verwachting in totaal 10 miljard euro. Belangrijk is dat steunbare projecten een minimale omvang moeten hebben van 7,5 miljoen euro en interessant in ETS-IF is dat ook operationele kosten gesteund kunnen worden.

## EIB

EIB, de European Investment Bank, heeft in december 2019 met de Hydrogen Council een overeenkomst getekend waarin EIB aangaf grootschalige waterstofprojecten financieel te gaan ondersteunen. De Hydrogen Council is een globale associatie van internationale energie-, transport- en industriële bedrijven met een gezamenlijke langetermijn visie en ambitie voor waterstof in de energietransitie. Dit kan gaan via allerlei financieringsvormen. EIB en de Hydrogen Council gaan samen de 'funding gaps' voor waterstofprojecten bepalen en de EIB heeft de bedoeling specifieke financiële instrumenten te ontwikkelen om tegemoet te komen in het dichten van de 'funding gap'.

## 8. Conclusies

Op vlak van waterstof is de samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland al 10 jaar geleden gestart met het Interreg-project Waterstofregio. In dit project zijn een aantal unieke projecten gerealiseerd op vlak van waterstof met directe betrokkenheid van bedrijven en overheden uit Vlaanderen en Nederland. Via opvolgproject Waterstofregio 2.0 is deze samenwerking uitgegroeid tot een grensoverschrijdend ecosysteem van meer dan 100 spelers, verdeeld over de gehele waardeketen.

Hieruit voortvloeiend heeft zich in 2018 een nieuw groot grensoverschrijdend projectidee ontwikkeld, eerst bekend als HyFLOW, later benoemd als Green Octopus.

HyFLOW/Green Octopus is een grensoverschrijdend concept tussen Nederland en Vlaanderen dat een sterke toekomstvisie geeft rond de uitbouw van een Vlaams Nederlands industrieel ecosysteem, en dat gericht is op de grootschalige implementatie van waterstof om diverse sectoren sterk koolstof neutraal te maken in de komende decennia.

Green Octopus betekent: grootschalige productie van duurzame waterstof, gekoppeld aan duurzame energiebronnen, importeren via de havens, transporteren via een uitgebreid waterstofleidingnet (voornamelijk hergebruik aardgasinfrastructuur) en gebruiken in alle sectoren (energie, industrie, transport, gebouwde omgeving).

Sinds 2018 hebben belangrijke industriële spelers uit de regio Vlaanderen/Nederland concrete grootschalige projectenideeën aangekondigd, die in het concept van Green Octopus passen, zowel op vlak van productie, transport als voor het gebruik van waterstof. In deze studie is een overzicht gemaakt van alle tot nu toe gepubliceerde deelprojecten (meer dan 40 !) van Green Octopus, waarbij per project de schaalgrootte, de spelers en de voorziene timing zijn vermeld.

Vanuit Europa is Green Octopus opgemerkt als één van de mogelijke overkoepelende initiatieven binnen het Europese IPCEI programma (Important Projects of Common European Interest). Het IPCEI-programma is gericht op het ontwikkelen van Europese waardeketens/eco-systemen rond waterstof. Accent bij Green Octopus is dus dat het een bijdrage levert aan de creatie van een Europese competitieve industriële waardeketen.

Dit betekent dat het reeds bestaande grensoverschrijdende ecosysteem rond waterstof in Vlaanderen en Nederland versneld verder moet worden uitgebouwd. Dit past niet alleen in de Europese ambities, maar het sluit ook aan bij de beleidsvisies in Vlaanderen en Nederland.

Hiertoe zijn in deze studie de bestaande ecosystemen geanalyseerd. In Vlaanderen is er één duidelijke Waterstof Industrie Cluster met 55 leden actief, terwijl er in Nederland diverse parallelle ecosystemen rond waterstof actief zijn. In een recente studie van FME konden in Nederland zelfs 274 bedrijven gelinkt worden aan (mogelijke) waterstofactiviteiten.

Op basis van de waterstofspelers in de bestaande ecosystemen in Vlaanderen en Nederland en de ambities van Green Octopus is per onderdeel van de waardeketen bekeken welke Nederlandse en Vlaamse technologiespelers actief zijn. Samenwerking van deze spelers binnen het Green Octopus concept zou de grensoverschrijdende regio een bijzonder sterke technologiepositie geven in Europa. Met name op het vlak van elektrolyse, infrastructuur en heavy-duty transport heeft de regio nu al topspelers in haar gebied actief en kan zij zich door grensoverschrijdende samenwerking in Europa tot de koplopers rekenen.

Een sterke basis om Nederland en Vlaanderen samen te laten werken zou de 'programmatische aanpak van waterstof' kunnen zijn, zoals die begin januari 2020 in opdracht van de Nederlandse overheid is opgesteld. Het is niet nodig om deze aanpak formeel onderdeel van het beleid te maken, maar het kan een goed hulpmiddel zijn om 'in the field' samen te werken. Met name het onderdeel 'laten zien in grootschalige praktijkprojecten' ligt volledig in lijn met zowel Green Octopus als met de potentiële kracht van grensoverschrijdende, structurele samenwerking tussen Nederlandse en Vlaamse spelers. Demonstratie- of praktijkprojecten dragen ook bij aan de geloofwaardigheid van de technologiespelers in Vlaanderen en Nederland met het oog op een versterkte exportpositie Europees en internationaal.

Green Octopus sluit ook volledig aan bij de 'European Green Deal', bij de nieuwe Europese industriestrategie en bij het IPCEI Hydrogen Technologies & Systems. Belangrijke en omvangrijke Europese financieringsinstrumenten (ETS-IF, CEF, FCH-JU, EIB) bieden allemaal ambities en mogelijkheden voor waterstof, aangezien grootschalige implementatie van waterstof als noodzakelijk wordt beschouwd om te gaan naar een volledige koolstofneutrale energiesector, industrie, transportsector en bebouwde omgeving.

Dit rapport toont aan dat versterking van de samenwerking tussen Nederland en Vlaanderen op vlak van technologie en ambitie rond waterstof, de grensoverschrijdende regio unieke kansen en financieringsmogelijkheden geeft om koploper te zijn rond waterstof in Europa.

WaterstofNet

Open Manufacturing Campus  
Slachthuisstraat 112 bus 1  
2300 Turnhout  
België

T +32 (0)14 40 12 19

*Kantoor Nederland*

Automotive Campus  
Automotive Campus 30  
5708 JZ Helmond  
Nederland

 WaterstofNet

 WaterstofNet



WaterstofNet

Auteur liesbet