



Noord-Holland Noord: De waterstofhub van de toekomst



**noord-
holland
noord**
ruimte voor
ontwikkeling

Voorwoord

Noord-Holland Noord (hierna NHN) kan in 2030 de helft van haar eigen energievraag invullen met waterstof die in de regio zelf wordt geproduceerd¹. Dit is de opmaat naar het uiteindelijke doel van de regio om in 2050 één van de grote waterstofhubs voor Noordwest-Europa te zijn. Dankzij een combinatie van factoren, zoals een gunstige ligging de voorhanden gasinfrastructuur met aansluiting op de waterstofbackbone, een sterke kennisinfrastructuur en voldoende ruimte voor de ontwikkeling van de waterstofeconomie, voldoet de regio aan alle voorwaarden om die ambitie te realiseren. De ontwikkeling van een nieuwe waterstofeconomie biedt de regio kansen om de brede welvaart te versterken met impulsen op het gebied van werkgelegenheid, kennis, techniek, onderwijs en wetenschap. Om deze reden werkt NHN actief aan de

ontwikkeling van zogeheten waterstofclusters. In deze clusters wordt gewerkt aan innovatieve combinaties om waterstof te produceren en toe te passen, waarbij diverse stakeholders betrokken zijn. Met deze initiatieven wil NHN de basis leggen voor kansrijke waterstofopties in Nederland en in andere landen. Met het position paper dat voor u ligt, wil de regio u meenemen in het verhaal hoe we deze regio tot een van de grote waterstofhubs gaan maken in 2050. Vanuit de huidige inzichten zullen we een realistisch beeld schetsen voor 2030 om te eindigen met onze ambitie voor 2050. Met de realisatie van deze ambitie wil de regio een bijdrage leveren aan de reductie van broeikasgassen, de opbouw van een waterstofeconomie en versterking van de brede welvaart in de regio NHN.

¹ Gezamenlijk wordt er in 2030 circa 25 petajoule aan waterstof geproduceerd, circa de helft van de huidige energievraag van de regio (<https://cijfers.noord-holland.nl/dashboard/energietransitie/energieverbruik>)





Inhoudsopgave

Noord-Holland Noord zet vol in op waterstofeconomie	6
Initiatieven laten de waterstofeconomie floreren	8
Het onontgonnen potentieel van Noord-Holland Noord	10
Potentieel in breder perspectief	12
NHN versnelt naar een volwassen waterstofeconomie	15
Noord-Holland Noord: de waterstofhub in 2050	18
Bijlage	22

Noord-Holland Noord zet vol in op waterstof-economie

In een recent rapport benadrukt de IPCC nogmaals²: de opwarming van de aarde is nu overal ter wereld al merkbaar en de uitstoot van broeikasgassen draagt daar onmiskenbaar aan bij. Die opwarming zet door en zal over tien jaar waarschijnlijk resulteren in een wereldwijde temperatuurstijging van 1,5 graad. Dat is tien jaar eerder dan werd verwacht in het vorige IPCC-rapport. Alleen door drastische en grootschalige kortetermijnmaatregelen te nemen, is het mogelijk om de temperatuurstijging te beperken tot 2 graden. In oktober van dit jaar publiceert het KNMI het Klimaatsignaal '21, met uitleg over de betekenis van het IPCC-rapport voor Nederland. Eén van de grote risico's voor ons land is de stijging van de zeespiegel. In het meest extreme scenario kan die oplopen tot wel 5 meter in 2150. Een dergelijke zeespiegelstijging vormt een bedreiging voor Nederland, maar zeker ook voor de regio Noord-Holland Noord (NHN), die grotendeels onder het NAP ligt³.

Klimaatverandering is een groot en urgent probleem.

Om de opwarming van de aarde te beperken, is het essentieel de huidige fossiele energievoorziening zo snel mogelijk te vervangen door duurzame alternatieven zoals klimaatneutrale waterstof. Waterstof is geschikt voor praktisch alle sectoren en kan op grote schaal geproduceerd worden. Bovendien is het niet alleen bruikbaar als brandstof, maar ook als grondstof voor diverse industriële processen en als opslagmedium voor energie. Waterstof krijgt daarmee de functie van het in balans houden van het elektriciteitsnet. Het opwekken van groene elektriciteit brengt pieken en dalen met zich mee, wat leidt tot verschillen tussen vraag en aanbod. Een overschot aan elektriciteit kan worden omgezet in waterstof en op deze manier voor de korte of lange termijn worden opgeslagen. Bij een tekort aan elektriciteit kan waterstof weer worden omgezet in elektriciteit. Waterstof vervult dan een rol als regelbaar vermogen voor energieopslag en -transport, in een energiesysteem dat steeds meer wordt gedomineerd door duurzame, variabele opwekking. Deze veelzijdige, duurzaam te produceren energiedrager zal dan ook een sleutelrol vervullen in het toekomstige energiesysteem van Nederland.

Uitdaging en kans

Voor NHN betekent de energietransitie zowel een uitdaging als een kans. De uitdaging is om alle sectoren in hoog tempo te verduurzamen en daarmee grote economische sectoren, zoals

de scheepvaart en de agrosector, te behouden voor de regio. De kans is om substantieel bij te dragen aan het creëren van een waterstofmarkt, zoals beschreven in de Kabinetsvisie waterstof⁴ en de EU Strategy on Hydrogen⁵. De regio ziet ook kansen op economische gebied. Door in te zetten op de ontwikkeling van een nieuwe economie, zoals de waterstofeconomie, ontstaan er kansen op het gebied van werkgelegenheid, kennis, techniek, onderwijs en wetenschap. Mede daarom is waterstof één van de speerpunten in de Regio Deal Maritiem Cluster Kop van Noord-Holland⁶. Waterstof heeft namelijk de potentie om de brede welvaart in NHN te versterken; met deze regiodeal anticipeert de regio daarop. Dat NHN inzet op waterstof is logisch gezien de uitstekende uitgangspositie van de regio. NHN voldoet aan alle essentiële voorwaarden voor de ontwikkeling van een waterstofeconomie:

- » Een gunstige positie ten opzichte van de beoogde windparken in het noordelijke deel van de Noordzee.
- » De bestaande gasinfrastructuur in de Noordzee die grotendeels aanlandt in Den Helder en kan worden ingezet voor het transport van waterstof.
- » De waterstofbackbone die door NHN gaat lopen en de regio verbindt met de (inter)nationale waterstofmarkt.
- » Beschikbare ruimte voor de ontwikkeling van de waterstofeconomie.
- » De aanwezigheid van hoogwaardige kennis van waterstof in verschillende kenniscentra.

Bovendien wil de regio de waterstofeconomie voor heel Nederland op gang helpen, zodat ons land een internationale positie in de opkomende waterstofeconomie kan verwerven.

De waterstofhub in 2050

De hoge urgentie van de klimaatopgave impliceert dat de transitie naar een duurzame samenleving in 2050 afgerond moet zijn. Dankzij de gunstige uitgangspositie van NHN voor de productie en distributie van waterstof, is de ambitie van deze regio dan ook: in 2050 is NHN één van de grote waterstofhubs voor Noordwest-Europa. Hierbij vindt grootschalige productie van groene waterstof plaats op zee, die middels de bestaande gasinfrastructuur naar Den Helder wordt getransporteerd voor gebruik in industrieclusters elders in Nederland of het

buitenland. Verder beschikt de regio over diverse regionale waterstofnetwerken welke worden gevoed door zowel de waterstofbackbone als regionale waterstofproductiefaciliteiten, onder andere als oplossing voor netcongestie. De vraag naar waterstof is afkomstig uit diverse sectoren, zoals scheepvaart, land- en tuinbouw en logistiek, en uit de gebouwde omgeving. De waterstofeconomie zal in 2050 ook een nieuwe impuls geven aan de brede welvaart in de regio. Deze kenmerkt zich door een stabiele economie met voldoende kansen voor inwoners van alle opleidingsniveaus, variërend van onderhoudsmonteurs voor de windparken op zee tot en met onderzoekers bij diverse internationale kenniscentra in de regio. In de visie voor 2050 is waterstof één van de cruciale energiedragers voor het Noordwest-Europese energiesysteem en NHN is één van de cruciale waterstofhubs om waterstof te produceren en te distribueren en zo in de vraag te voorzien.

Hydrogen Valley

Met deze ambitie laat NHN zien dat het aan alle voorwaarden voldoet voor het verwerven van de status van 'Hydrogen Valley'. Een dergelijke Europese status zal een stimulerende werking hebben en helpt om lopende waterstof gerelateerde initiatieven op te schalen, zodat het potentieel van de regio ook internationaal bekend wordt. Daarbij is het ook mogelijk de verbinding te leggen met andere hydrogen valleys in Nederland, Duitsland en andere Europese landen. Zo wordt gezamenlijk gewerkt aan een internationale duurzame waterstofeconomie en infrastructuur – een essentiële stap in het Europese streven naar decarbonisering.

Leeswijzer

Dit position paper beschrijft het groeipad van de waterstofontwikkelingen in NHN. Na een verdieping op de huidige initiatieven, pilots en kennisontwikkeling volgt een weergave van het enorme potentieel van de regio plus een inventarisatie van de stappen die moeten worden gezet om dit potentieel op de middellange termijn (2030-2035) te benutten. Tot besluit schetsen we het eindbeeld in 2050.



²IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

³<https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/open-data/normaal-amsterdams-peil>

⁴https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2020Z05793&did=2020D12101

⁵https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

⁶<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/07/13/regio-deal-maritiem-cluster-kop-van-noord-holland>

Initiatieven laten de waterstofeconomie floreren

De visie van NHN op de waterstofeconomie in 2050 wordt nog eens versterkt doordat overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen deze gezamenlijk uitdragen. Door samen die stip op de horizon te zetten en te werken aan de verwezenlijking van deze visie, zijn al verschillende initiatieven ontstaan. Daarmee is ook de basis gelegd voor een goede samenwerkingsverhouding tussen partijen binnen de regio. Doel is om integrale waterstofketens te vormen, oftewel ketens van waterstofproductie, -opslag, -distributie en gebruik. Om deze ketens te verbinden, is het van belang om de vraag- en aanbodzijde van waterstof tegelijkertijd te laten groeien. De schaal waarop dit gebeurt, kan verschillen van regionaal tot internationaal niveau. In de visie van NHN zijn vraag en aanbod van waterstof in 2050 geïntegreerd, maar daarvoor dienen op alle schaalniveaus initiatieven te worden ontplooid.

Op dit moment werkt NHN met verschillende stakeholders aan de ontwikkeling van zogeheten waterstofclusters: trajecten om met innovatieve combinaties waterstof te produceren en toe te passen. Dergelijke initiatieven zijn essentieel voor de kennisopbouw over kansrijke waterstofopties in de regio, Nederland en daar buiten. Neem Duwaal⁷, waarbij elektriciteit die wordt opgewekt met de windturbine in de turbine zelf wordt omgezet in groene waterstof. Deze groene waterstof wordt vervolgens gedistribueerd vanaf de hogedrukopslag bij de windturbine naar 5 tankstations. Een mooi voorbeeld van hoe je vraag en aanbod op regionaal niveau kunt integreren en optimaal gebruik maakt van de kenmerken en kansen van waterstof.

Een ander vooruitstrevend waterstofinitiatief in de regio is het Zephyros-project. Hierbij ontwikkelt een consortium met onder andere Alliander, Total en ENGIE een waterstofketen voor maritiem transport en wegvervoer in de regio Den Helder. Hiervoor worden waterstofvulpunten gerealiseerd waar auto's en vrachtwagens kunnen tanken en schepen waterstof kunnen bunkeren. Tegelijkertijd werkt het consortium aan de ontwikkeling van een brandstofcel-servicevaartuig. De productie van groene waterstof gebeurt regionaal op een zonnepark, waarbij de elektrolyser tevens een positieve rol speelt bij het oplossen van netcongestie. Ook op andere locaties, zoals bij Walstroom Den Helder⁸ en in de Wieringermeer, wordt deze optie onderzocht. De Wieringermeer mikt zelfs op een grootschalige inzet

van waterstof voor de toekomstige energievoorziening. Dit vanwege de groei van de agrarische bedrijvigheid, datacenters en andere functies.

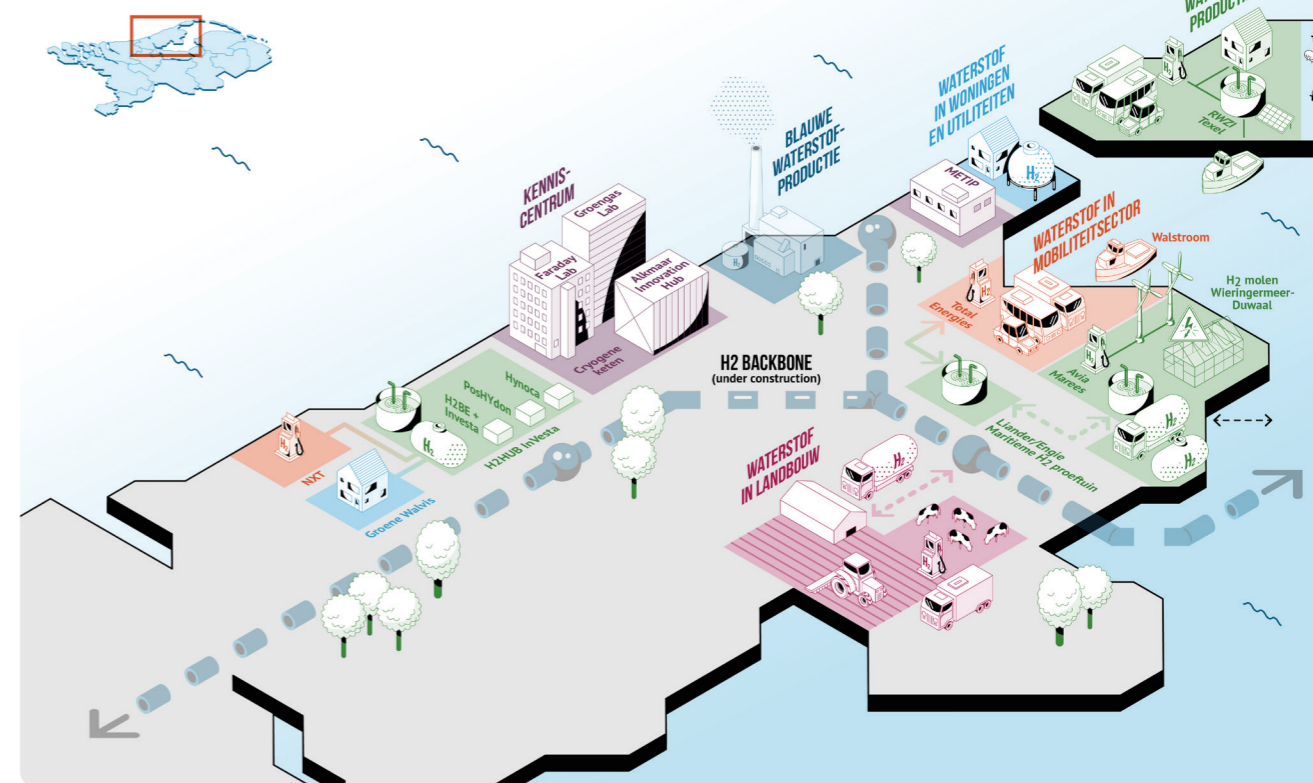
Waterstof heeft ook de potentie om op langere termijn een belangrijke bijdrage te leveren aan verwarming van de gebouwde omgeving. Met diverse pilots en andere initiatieven op dit vlak worden nu al de mogelijkheden verkend van waterstof. Binnen NHN gebeurt dit met het waterstofproject De Groene Walvis in de gemeente Alkmaar en de ontwikkeling van waterstofwijken op Texel. Ervaringen uit deze projecten kunnen andere gebieden helpen bij hun transitie naar een duurzame energievoorziening. Dergelijke ervaringen komen ook terug in het InVesta-programma⁹, waar ondernemers samen met onderzoekers trajecten opzetten om op basis van biogene afvalstromen diverse eindproducten te maken.

Waterstof voor walstroom binnenhaven Den Helder

Aangemeerde schepen zijn in veel havens nog steeds afhankelijk van vervuilende (diesel)aggregaten voor hun energievoorziening aan boord. Dit kan en moet duurzamer. Het project Walstroom onderzoekt of vervuilende aggregaten zijn te vervangen door schone alternatieven. Eén ervan betreft een brandstofcel op waterstof, die grote vermogens kan leveren. Toepassing van deze technologie voorkomt tevens netcongestie, doordat schepen niet langer grote vermogens van het lokale elektriciteitsnet afnemen.



POSITION PAPER | HUIDIGE INITIATIEVEN/ONTWIKKELINGEN NOORD-HOLLAND NOORD



Dit soort initiatieven vormen de bouwstenen voor de waterstofeconomie op regionale schaal. Het grote aantal initiatieven weerspiegelt de energie die aanwezig is in NHN om de visie van een waterstofeconomie te verwezenlijken (zie de bijlage voor een complete lijst met lopende projecten op regionaal en (inter)nationaal niveau). Deze energie komt ook terug in twee grote projecten binnen de regio, het H2Gateway-project en de aansluiting van Den Helder op de waterstofbackbone ter hoogte van de Wieringermeer. De schaalomvang van deze projecten maakt dat er nu al stappen moeten worden gezet om deze in 2027/2028 te realiseren. Beide projecten dragen bij aan de positionering van de regio op de (inter)nationale waterstofmarkt en worden toegelicht in het hoofdstuk over 2030, het jaar waarin beide gerealiseerd zijn.

Al met al lopen er in de regio verschillende initiatieven die zijn gericht op het experimenteren, innoveren en verkennen van bestaande en nieuwe waterstofketens. Op deze manier bouwen we de kennis op die nodig is voor het maken van de juiste keuzes om de waterstofeconomie in 2050 te verwezenlijken - niet alleen in NHN, maar ook in andere delen van Nederland en de wereld.

Bestaande en nieuwe waterstofketens in NHN

- » Schone brandstoffen voor zeevaart
- » Aardgasvrije landbouw
- » Groene mobiliteit
- » Netbalancering
- » (Inter)nationale export
- » Gebouwde omgeving
- » In- en doorvoer van H2 uit wind op zeeparken

⁷<https://hy-gro.net/nl/duwaal>

⁸<https://greenshippingwaddenzee.nl/projecten/waterstof-voor-walstroom/>

⁹<https://investa.org/missie-visie-en-doel>

Het onontgonnen potentieel van Noord-Holland Noord

De combinatie van een gunstige geografische ligging voor de productie van waterstof, de bestaande gasinfrastructuur, de kennisinfrastructuur en de beschikbare ruimte in de regio, bezorgt NHN een uitstekende uitgangspositie om één van de waterstofhubs van Noordwest-Europa te worden. Koppel dit aan de sterk groeiende vraag naar waterstof – waarschijnlijk 20-30% van de totale energievraag in 2050 in Noordwest Europa – en dan is duidelijk hoe groot het potentieel is van en waterstofeconomie in de regio.

Gasinfrastructuur en waterstofbackbone bieden mogelijkheden

Op dit moment is Den Helder al een belangrijke locatie voor het transport van aardgas vanaf de Noordzee naar het vaste land. Drie grote gasleidingen brengen 90% van het Noordzeegas hier aan land¹⁰. Deze leidingen kunnen in de toekomst gebruikt worden voor het transport van waterstof en CO₂. Bovendien leidt hergebruik van bestaande gasinfrastructuur tot lagere maatschappelijke kosten. De fysieke leidingen bieden dus kansen, maar ook de al aanwezige expertise valt te benutten voor de ontwikkeling van een grootschalige waterstofinfrastructuur. Een concreet voorbeeld is het gasbehandelingsstation van de NAM; een strategische asset voor de centrale rol die Den Helder kan gaan spelen in de aanlanding, productie en distributie van waterstof. Via Den Helder kan waterstof ingevoerd worden op de waterstofbackbone.

De Gasunie heeft eerder aangegeven dat de waterstofbackbone in 2027 volledig operationeel moet zijn. Door Den Helder hier rechtstreeks op aan te sluiten wordt het één van de meest aantrekkelijke locaties om groene moleculen aan te laten landen. Met de ontwikkeling van de waterstofbackbone ontstaat een enorme afzetmarkt en kunnen in de toekomst grote waterstofvolumes worden gedistribueerd.

Geringe afstand tot windparken op zee

De huidige prognoses gaan uit van een enorme groei van het wind-op-zeevermogen tot 2050. In uiteenlopende scenario's wordt gestreefd naar minimaal 38 tot maximaal 72 GW wind op zee¹¹. De opgewekte energie zal naar verwachting aanlanden in de vorm van moleculen en elektronen. NHN een ideale aanlandingsbasis voor energie in de vorm moleculen die wordt opgewekt op grotere windparken verder op in de Noordzee. Dit omdat het transport van transport van moleculen in grote

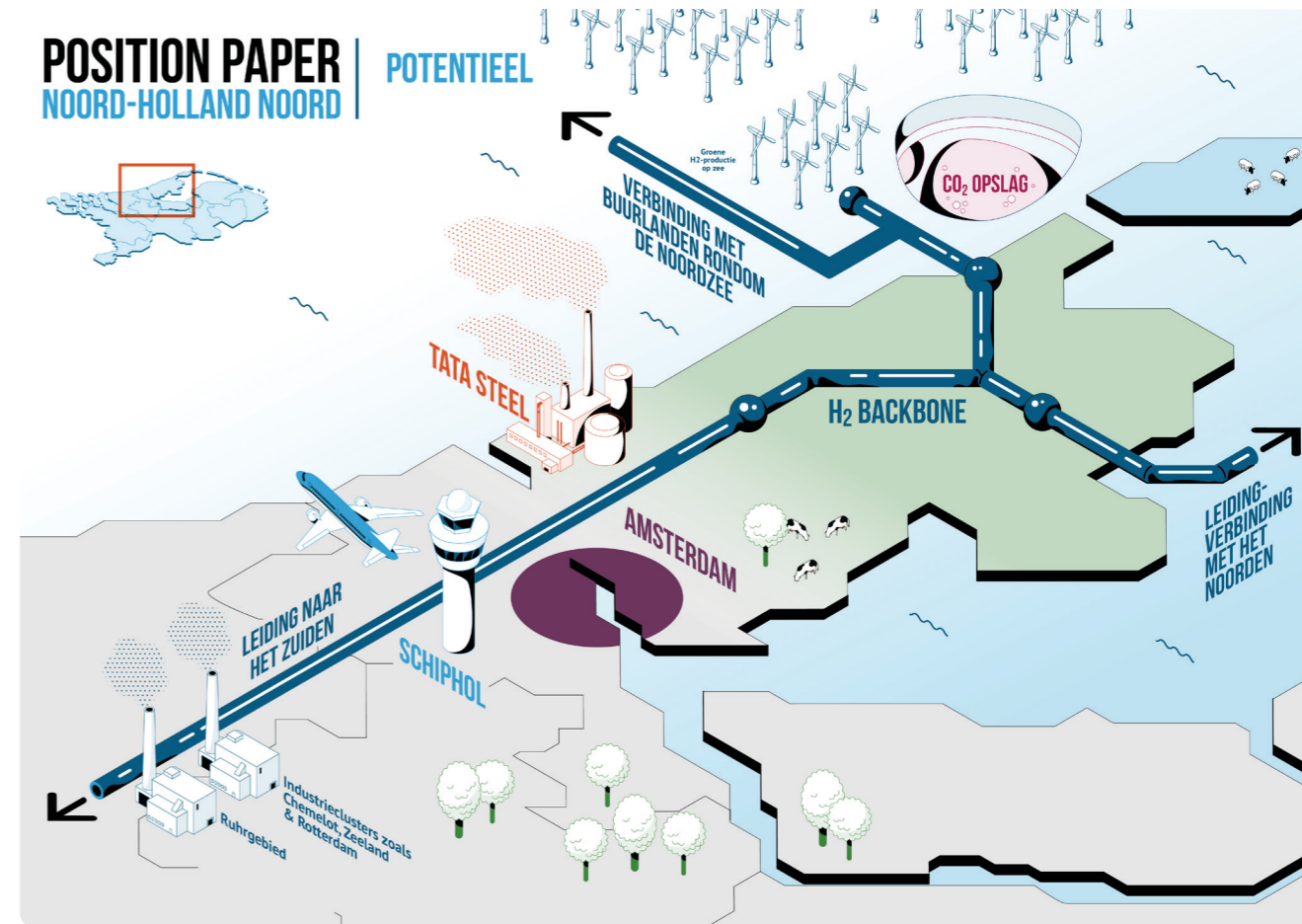
volumes over langere afstanden voordeliger is dan transport van elektronen. De aanwezigheid van de huidige gasinfrastructuur op zee maakt de regio dan ook tot een logische aanlandingsplek voor de opgewekte energie van windparken met een grotere afstand tot de kust.

Daarnaast biedt NHN een ideale uitvalsbasis voor het onderhoud van windparken en eventuele waterstofinfrastructuur. Port of Den Helder biedt de benodigde faciliteiten, gunstige ligging, de kennis en ruim 50 jaar ervaring met logistieke dienstverlening op de Noordzee (olie en gaswinning), om te fungeren als servicelogistieke hub voor energie-infrastructuur voor duurzame energie op zee. Daarnaast beschikt Den Helder al over een van de grootste helikopterluchthavens van Noordwest-Europa, gespecialiseerd in luchtvervoer voor de offshore energy industrie, en uniek in Nederland. Dit dankzij de ideale ligging ten opzichte van de primaire olie- en gasvelden evenals de (toekomstige) offshore windparken. De aanwezigheid van een diepzeehaven en een luchthaven biedt een unieke combinatie van mogelijkheden.

Opslag van waterstof en CO₂ op zee

Voor de energietransitie zijn energiedragers nodig die energie langere tijd kunnen vasthouden. Elektrochemische opslag van grote energievolumes is kostbaar. Waterstof biedt uitkomst voor het opvangen van seizoenseffecten. Deze systeemfunctie wordt nu nog ingevuld door aardgas, maar binnenkort kan dit door waterstof worden overgenomen. Opslag van waterstof in lege zoutcavernes heeft hierbij de voorkeur, omdat dit bewezen veilig is¹². Onduidelijk is nog of de capaciteit van die zoutcavernes voldoende is om aan de toekomstige opslagbehoefte te voldoen. Bij onvoldoende capaciteit is waterstofopslag in lege gasvelden mogelijk een alternatief. De regio zou dergelijke oplossingen kunnen bieden door de relatief geringe afstand tot (lege) gasvelden op zee. Hierdoor zou de regio ook een rol kunnen spelen bij de opslag van waterstof.

In de nabije toekomst is groene waterstof nog beperkt beschikbaar, maar de ambities om broeikasgasemissies op korte termijn te reduceren - zoals vermeld in het Klimaatakkoord - zijn hoog. Blauwe waterstof biedt hiervoor een belangrijke oplossing. Dit is waterstof die wordt gemaakt van de fossiele brandstof aardgas. De CO₂ uitstoot die hierbij vrijkomt wordt afgevangen en opgeslagen. CO₂-opslag op land is niet aan de

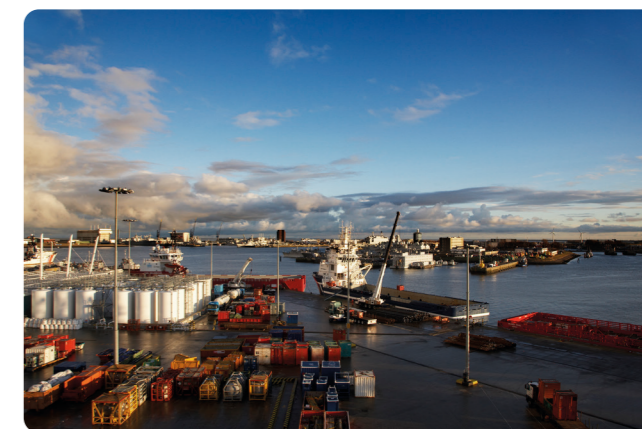


orde, maar opslag in lege gasvelden op zee biedt uitkomst. NHN heeft de kortste afstand tot lege gasvelden in de noordelijke Noordzee die geschikt zijn voor CO₂-opslag. Hoe korter de afstand tot de lege gasvelden, hoe goedkoper het transport van CO₂. Hiervoor is eventueel ook de bestaande gasinfrastructuur te gebruiken.

Samenwerking is de sleutel tot het verzilveren van het onontgonnen potentieel van NHN

De potentiële capaciteit voor productie en distributie van waterstof in NHN zijn groot, veel groter dan de vraag in de regio zelf. Daarom positioneert NHN zich als energiehub, die niet alleen produceert voor eigen gebruik, maar ook voor de markt buiten de regio. Vraag en aanbod worden daarbij gekoppeld via de waterstofbackbone. Met deze backbone is het mogelijk om waterstof af te zetten in andere industrieclusters binnen en buiten Nederland, zoals Chemelot en het Ruhrgebied. In de aanloop naar de ontwikkeling van een Europese backbone is het van belang om ook de samenwerking te zoeken met dichtbij gelegen industrieclusters, zoals het Noordzeekanaalgebied (NZKG). Met Tata Steel en

Schiphol zal hier een grote vraag naar waterstof(derivaten) ontstaan, die mogelijk (gedeeltelijk) in te vullen is door waterstof vanuit NHN. Op de langere termijn kan de Europese waterstofbackbone worden uitgebreid, waarbij Den Helder niet alleen fungeert als voedingspunt maar ook als verbindingpunt tussen Groot-Brittannië en andere delen van Europa. Hierbij kan worden voortgebouwd op samenwerkingsverbanden die de regio al heeft binnen andere contexten. Denk aan de samenwerking van Texel met andere Europese eilanden, van vliegveld Den Helder Airport met andere helikopterluchthavens om de Noordzee, van kotters in de Noordzee en de bredere samenwerking van landen rond de Noordzee op het gebied van Shipping Energy en Environment in het North Sea project¹³.



¹⁰Provincie Noord-Holland (2020). Waterstofstrategie
¹¹DNV GL (2020). Noordzee Energie Outlook
¹²TNO. Grootschalige opslag en transport waterstof
¹³<https://northsearegion.eu/northsee/>

Potentieel in breder perspectief

Het potentieel voor de productie en distributie van waterstof is groot, maar bij de totstandkoming van een waterstofeconomie spelen diverse factoren een rol: kennis, investeringsklimaat, aanbod van gekwalificeerd personeel en voldoende ruimte. NHN faciliteert de ontwikkeling van de lokale waterstof-economie door deze factoren te stimuleren.

Kennis en innovatie als drijvende kracht

Het grootste waterstofonderzoekscentrum van Europa bevindt zich in NHN: het Faraday lab in Petten. Hier werkt TNO aan technologische innovaties met een groot aantal industriële en academische partners, waaronder het Joint Research Centre van de Europese Commissie. Andere kenniscentra combineren kennis direct met de lokale praktijk. Zo werken bij InVesta in Alkmaar ondernemers, onderzoekers en overheden samen aan duurzame en innovatieve waterstof- en groengas-initiatieven. Innovaties uit laboratoria worden hier direct verder ontwikkeld en beproefd in pilot- en demosituaties. De technologie richt zich op productie van waterstof via zowel vergassing als elektrolyse, waarbij waterstof wordt ingezet in de chemische industrie of in een brandstofcel.

Een voorbeeld van praktische kennisontwikkeling is het project PosHYdon, een pilot waarbij groene waterstof op een offshore productieplatform wordt geproduceerd. Ook op Texel zijn volop experimenten gaande om de energietransitie te realiseren, met name gaat het dan om innovatieve ontwikkelingen rond lokale ketens. In dit kader heeft Brussel in juni 2020 aan de gemeente Texel de Project Development Assistance (PDA) van de Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU) toegekend. Texel wil deze ontwikkelingen doorzetten met als ultiem doel een klimaatneutraal eiland dat als voorbeeld dient voor andere bewoonde eilanden.

Daarnaast onderscheidt NHN zich met het sterke maritieme cluster. Zo wordt met het Maritime Emerging Technologies Innovation Park (METIP) de samenwerking tussen bedrijven, kennisinstellingen, startups en studenten gestimuleerd ten behoeve van duurzame innovatie op zeevaartgebied. Hier wordt onder andere onderzoek gedaan naar de inzet van waterstof binnen de zeevaart en de inzet van drones voor inspecties van windparken op zee.

PosHYdon

PosHYdon integreert drie energiesystemen op de Noordzee: offshore wind, offshore gas en offshore waterstof. Dit gaat gebeuren op het Q13a-A platform van Neptune Energy; een aardgasplatform dat op ongeveer 13 kilometer voor de kust van Scheveningen ligt. Door zeewater te demineraliseren en vervolgens te elektrolyseren met groene elektriciteit van offshore windparken, wordt groene waterstof geproduceerd. De groene waterstof wordt bijgemengd met het geproduceerde aardgas en zal via bestaande gasleidingen richting de kust worden getransporteerd. PosHYdon bevindt zich momenteel in de pilotfase. In deze pilot wordt PosHYdon getest bij Investa in Alkmaar, voordat het naar zee wordt gebracht. Het vermogen van de elektrolyser bedraagt nu 1 MW, waarmee maximaal 400 kg groene waterstof per dag geproduceerd kan worden. Doel van de pilot is ervaring op te doen met het integreren van werken- de energiesystemen op zee en het vervaardigen van waterstof in een offshore omgeving.



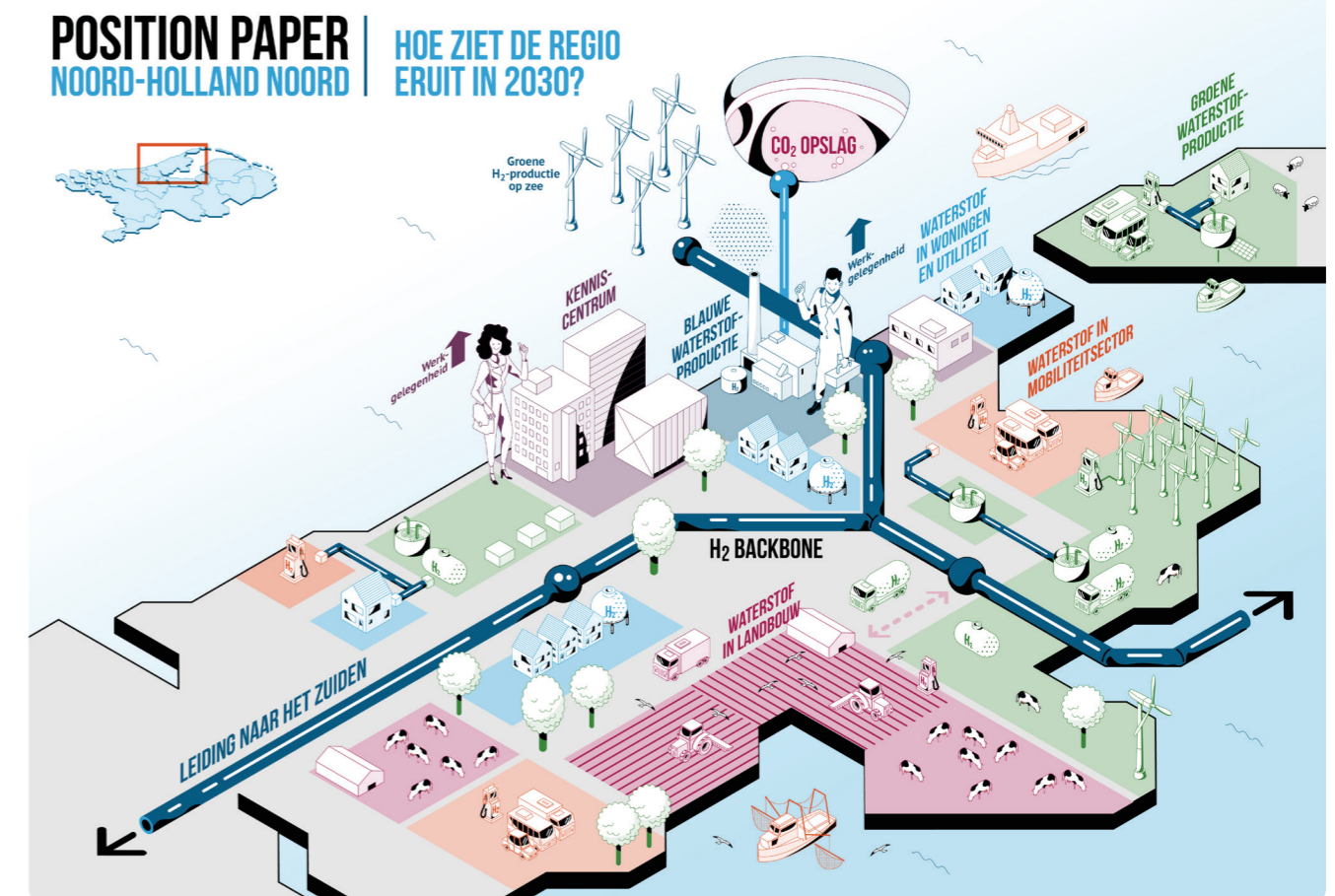
Aanbod van gekwalificeerd personeel

NHN ziet in de opbouw van een waterstofeconomie een kans om de regio aantrekkelijker te maken voor hoger opgeleiden en de huidige eenzijdige economische structuur te verrijken. Met de ondertekening van de Regiodeal Maritiem Cluster Kop van Noord-Holland investeren we samen met het Rijk in human capital, maritieme opkomende technologieën en de waterstofeconomie¹⁴. Daarnaast geven we een impuls aan een nieuwe economische structuur, die meer kansen biedt aan mensen van alle opleidingsniveaus om te werken en zich te vestigen in de regio. Verder liggen er kansen in de omscholing van werknemers die nu nog in de fossiele energiesector werken. De Port of Den Helder is een hub van waaruit onderhoud wordt uitgevoerd aan olie- en gasinfrastructuur op zee. Deze rol blijft, maar in de toekomst zullen de kernactiviteiten verschuiven naar onderhoud van wind op zee en daaraan verbonden infrastructuur (zoals waterstof). NHN is zich bewust van deze rol

en investeert om deze positie als uitvalsbasis te behouden^{15,16}. Hiermee sorteert de regio voor op de nieuwe waterstofeconomie, terwijl opleidingsinstellingen studenten opleiden voor de banen in de waterstofsector.

Ruimte voor groei

Bij de ontwikkeling van (nieuwe) initiatieven speelt de beperkt beschikbare ruimte in Nederland altijd een rol. Het gaat dan niet alleen om fysieke ruimte, maar ook om milieu- en geluidsruimte waar iedereen recht op heeft. Zeker in stedelijke gebieden waar de bebouwingsdichtheid groot is, is de ruimte voor groei beperkt. In vergelijking met andere landsdelen is in NHN relatief veel ruimte beschikbaar. De waterstofambitie vraagt om ruimte en de regio heeft de mogelijkheid grond vrij te maken om deze ambitie te realiseren. Uiteraard vergt dit een zorgvuldige ruimtelijke afweging.



¹⁴<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/07/13/regio-deal-maritiem-cluster-kop-van-noord-holland>

¹⁵Knol, E. & Coolen, E. (2019). Employment analysis (2019-2023) of various fields of activities in the Dutch offshore wind sector. Study commissioned by RVO (Netherlands Enterprise Agency) and TKI Wind op Zee

¹⁶https://www.noord-holland.nl/Actueel/Archief/2020/November_2020/Offshore_kansen_voor_Noord_Holland

NHN versnelt naar een volwassen waterstofeconomie

De urgentie van de klimaatdoelstellingen leiden in het komende decennium tot grote veranderingen. Het uitfasen van fossiele energiedragers heeft topprioriteit en waterstof speelt hierbij een hoofdrol, gezien het enorme potentieel van de regio. NHN heeft vier belangrijke pijlers vastgesteld waarop zij grote stappen wil zetten richting 2030:

- » vergroten van het vermogen aan hernieuwbare energie
- » opschalen van de waterstofproductie
- » waterstof distributie en -opslag
- » stimuleren van de regionale waterstofvraag

Vergroten van het vermogen hernieuwbare energie

Om op de lange termijn een volledig groene waterstof-economie te realiseren, moet het aanbod van hernieuwbare energie tot 2050 sterk groeien. Voor de productie van groene waterstof is immers duurzame elektriciteit nodig. NHN is daarom voorstander van de realisatie van grote windparken op zee. Gelijktijdig vergroot de regio de productie van duurzame elektriciteit op land door te stimuleren dat alle beschikbare daken worden voorzien van zonnepanelen. Hiermee blijft het maatschappelijk draagvlak voor de energietransitie behouden en groeit het aanbod van hernieuwbare energie.

Opschalen van de waterstofproductie

Voldoende aanbod van waterstof is een voorwaarde om te komen tot een volwassen waterstofeconomie. NHN stimuleert dit vanuit drie richtingen. Ten eerste door op grote schaal blauwe waterstof te produceren in het H2Gateway-project, primair ten behoeve van de verduurzaming van de industrie. Ten tweede door het opschalen van de productie van groene waterstof door superkritische biomassavergassing. En ten derde door in 2030 het fundament te leggen voor grootschalige productie van groene waterstof door middel van elektrolyse.

Al deze vormen van waterstofproductie zorgen voor een stabiele basis onder het opschalen naar een volwassen waterstofeconomie in 2050.

Zeer grote volumes groene waterstof zijn pas te verwachten na 2030, wanneer er voldoende wind op zee en elektrolysevermogen is gerealiseerd. Blauwe waterstof wordt daarom gezien als essentiële energiedrager en stepping stone voor het realiseren van de transitie naar groene waterstof. Het H2Gateway-project krijgt een jaarlijkse waterstofproductie

van 0,2 megaton. Dit volume overschrijdt ruimschoots de regionale vraag naar waterstof in 2030. Dit is een bewuste keuze. Door aansluiting op de waterstofbackbone die in 2027 operationeel zal zijn, voorziet NHN alle industrieclusters in Nederland en omliggende landen van waterstof, voor gebruik als grondstof en als brandstof. De regio draagt zo stevig bij aan de verduurzaming van andere regio's.

Ook de productie van groene waterstof wordt opgeschaald. Het programma H2HUB moet in 2030 de basis leggen voor een groene waterstofeconomie. Eén van de bouwstenen binnen dit programma is groene waterstof die wordt gewonnen uit biomassa. Door middel van superkritische biomassavergassing worden diverse biologische (rest)stromen (en eventueel afval) omgezet in groene waterstof. Dankzij de stevige kennisbasis die op dit gebied aanwezig is bij SCW Systems en InVesta, zal er in 2024 een 100 MW biomassavergasser operationeel zijn. Een tweede bouwsteen binnen dit programma is innovatieve waterstofproductie door middel van elektrolyse. In samenwerking met o.a. TNO, Neptune Energy en InVesta is de pilot PosHYdon gestart waarin de haalbaarheid van groene waterstofproductie op een operationeel offshore platform wordt onderzocht.

Faciliteren waterstof distributie en -opslag

Distributie van waterstof is essentieel om vraag en aanbod te koppelen. In 2030 zijn grofweg twee soorten distributie te onderscheiden. Ten eerste de waterstofbackbone die dwars door NHN loopt, met een directe verbinding naar Den Helder. Dit betekent dat er in 2027 al circa 100 km waterstofleiding in de regio beschikbaar is¹⁷. Deze waterstofbackbone zorgt voor de verbinding met andere regio's in binnen- en buitenland en maakt het mogelijk dat NHN een speler wordt op de internationale waterstofmarkt. Dat de waterstofbackbone door NHN loopt, is niet vreemd. De regio heeft een moderne gasinfrastructuur op land en op zee die relatief eenvoudig geschikt gemaakt kan worden voor de aansluiting op de waterstofbackbone. Dankzij het project H2Gateway wordt deze waterstofbackbone al ruim voor 2030 gevoed met waterstof.

Ten tweede krijgt de regio een hybride systeem van waterstofleidingen en vervoer per hogedruktankwagen voor het regionale transport van waterstof. De waterstofleidingen in de Wieringermeer, Den Helder en Alkmaar zijn in 2030 gerealiseerd. Transport per hogedruktankwagen voorziet afnemers van waterstof die in 2030 nog niet zijn aangesloten op een waterstofleiding.

Zo worden alle afnemers in NHN voorzien van waterstof. Deze regionale waterstofleidingen werken indirect als opslag, doordat zij fungeren als buffer. Daarnaast voorzien de plannen in faciliteiten voor waterstofopslag rondom productielocaties en wordt het systeem in balans gehouden door lokale waterstofopslag rond knelpunten in het elektriciteitsnet. Op deze manier ontstaat een volledige keten van waterstofproductie, distributie inclusief opslag en vraag naar waterstof.

Stimuleren van regionale waterstofvraag

De scheepvaart zorgt voor een forse hoeveelheid broeikasgasemissie en laat zich bovendien lastig verduurzamen. NHN ziet in deze problematiek een kans en heeft zich daarom aangesloten bij de Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens¹⁸. Een aanzienlijk deel van de schepen in de Port of Den Helder zal nog dit decennium de overstap maken naar waterstof of daarop gebaseerde synthetische brandstoffen. Dit concretiseert zich nu al met twee vulpunten waar schepen waterstof kunnen bunkeren¹⁹. Verduurzaming van de scheepvaart ligt door deze innovaties binnen handbereik.

De agrarische sector is een grootverbruiker van aardgas. Denk aan de glastuinbouw en de bollenteelt (het droogstoken van bloembollen). Ook verbruikt de sector veel diesel, onder meer in land- en akkerbouw voor voer- en werktuigen. Waterstof biedt in beide gevallen een uitstekend alternatief, waardoor een transitie van fossiele energiedragers naar waterstof in de agrarische sector slechts een kwestie van tijd is. De regio kent met Greenport Noord-Holland Noord één van de meest veelzijdige agrarische regio's van Nederland,



Figuur 2. Toekomstvisie op de ontwikkeling van een groen waterstofnetwerk binnen het Duwaal project

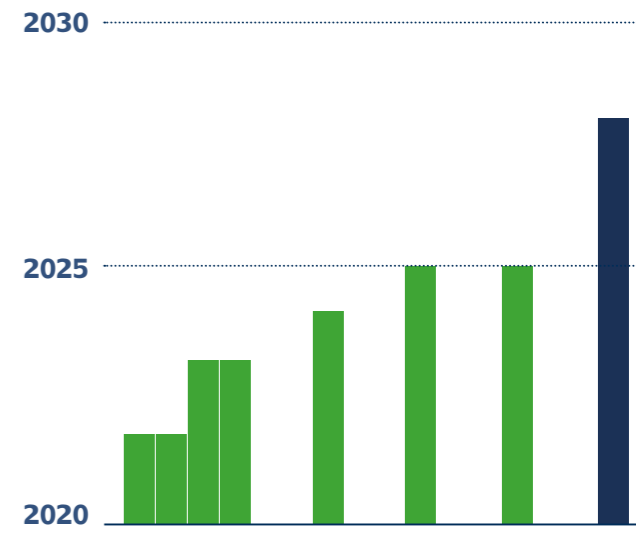
die werkgelegenheid biedt aan 15.000 tot 20.000 werknemers, met een productiewaarde van ongeveer 3 miljard euro²⁰. De agrarische sector in Noord-Holland Noord is ontzettend innovatief en heeft zich gepositioneerd als testlocatie voor waterstofketens voor de (inter)nationale agrarische sector. Dankzij initiatieven en innovaties die hier plaatsvinden, zal er in 2030 in de agrarische sector in Noord-Holland Noord een complete waterstofketen zijn gevormd. De basis hiervoor is opschaling van de pilot Duwaal, waarbij groene waterstof wordt geproduceerd met een elektrolyser die is ingebouwd in een windturbine. Deze waterstof wordt vervolgens via een waterstofnet gedistribueerd naar meerdere tankstations. Om de uitstoot van het agrarisch materieel terug te brengen, wordt tegelijkertijd fors ingezet op de doorontwikkeling van elektrisch aangedreven EOXtractoren. Het doel is om in 2030 minimaal 70 van deze tractoren operationeel te hebben.

Dankzij de inzet van waterstof in de energiesector is lokale netcongestie nog voor 2030 te verhelpen. Dit probleem speelt met name in de gebieden waar de vraag naar elektriciteit groter is dan het elektriciteitsnet kan leveren en waar grote opwekkers momenteel geen elektriciteit kunnen terugleveren aan het net. Waterstofproductie en -opslag kan in beide gevallen uitkomst bieden en zo helpen de energietransitie te versnellen.

De Regiodeal Maritiem Cluster Kop van Noord-Holland heeft in 2030 een stevige impuls gegeven aan de ontwikkeling van de regio. Investerings in de waterstofeconomie en de maritieme sector vergroten de aantrekkelijkheid van NHN voor hoogopgeleiden. De oprichting van METIP-NH heeft de innovatie op het gebied van maritieme technologieën op gang gebracht. Daarbij zijn ook de mogelijkheden voor waterstofinzet binnen de Koninklijke Marine zijn verkend.

Ook de vraag naar waterstof vanuit de mobiliteitssector zal de komende tijd snel stijgen als gevolg van het uitfaseren van vervuilende dieselmotoren en de toename van emissieloos rijden in stedelijke omgevingen. In 2030 zijn daarom 8 tankstations gebouwd met daaromheen een groot aantal kleine satelliet-tankstations. Vrachtwagens, bussen en vuilniswagens tanken op deze locaties waterstof.

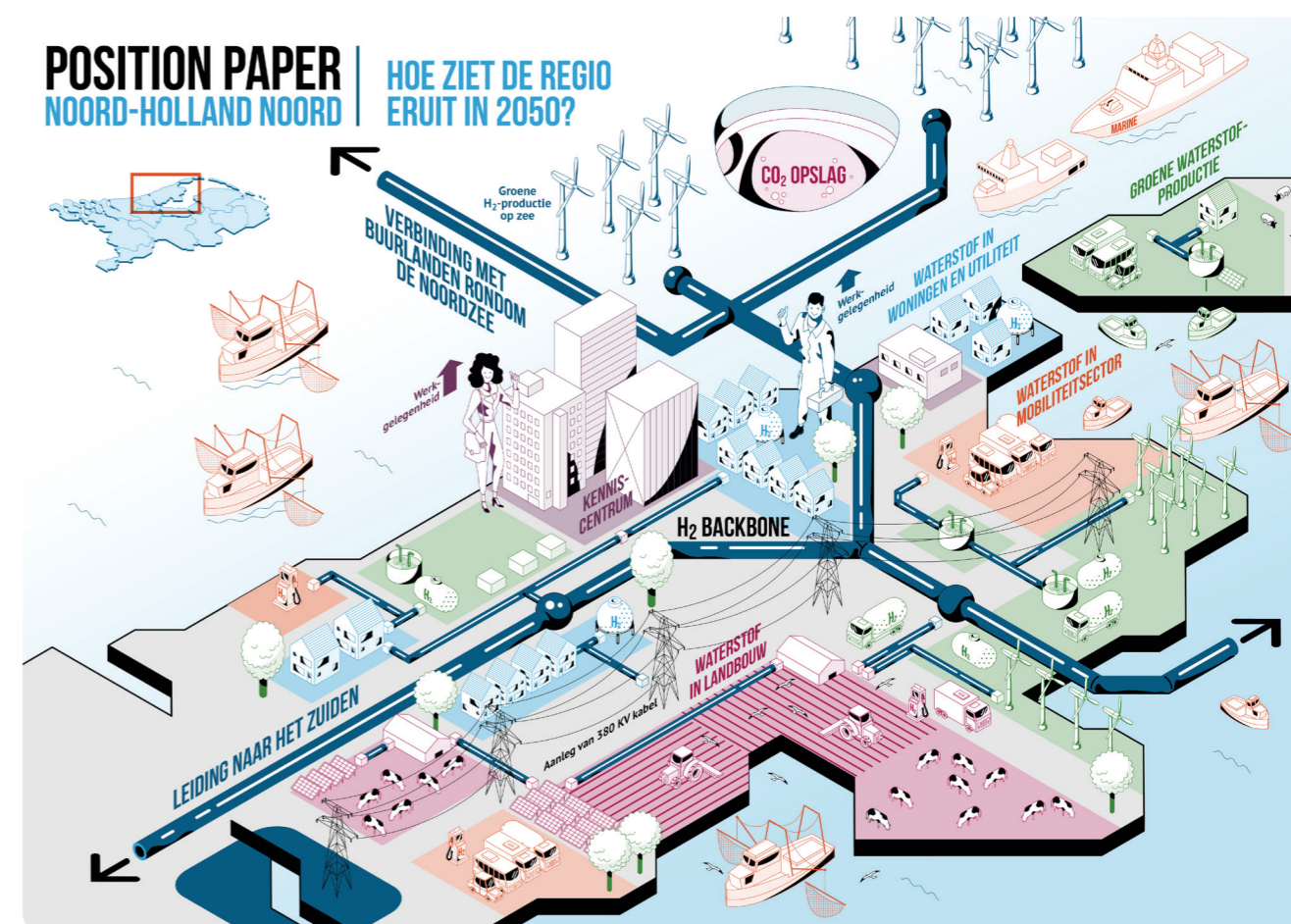
Ten slotte wordt waterstof ook ingezet binnen de bebouwde omgeving. Tot 2030 ligt de focus voornamelijk op het vergaren van kennis en expertise. De bedoeling is om daarna forse stappen te zetten naar aardgasvrije gebouwde omgeving. Om dit doel te bereiken, vinden nu langdurige pilots plaats. Hierbij worden kleine woonblokken en recreatiewoningen met waterstof verwarmd en wordt waterstof als bijstook ingezet op een warmtenet door middel van een piekkel.



PROJECT	JAAR IN GEBRUIKNAME	JAARLIJKSE PRODUCTIE (TJ PER JAAR)	TYPE WATERSTOF
1 DUWAAL	2021	18	GROEN
2 POSHYDON	2021	18	GROEN
3 ZEHYPYROS NHN	2023	24	GROEN
4 HYNOCIA	2023	26	GROEN
5 SCW SYSTEMS	2024	560	GROEN
6 H2TX	2025	13	GROEN
7 MILENA-OLGA 2.0	2025	175	GROEN
8 H2GATEWAY	2027	24000	BLAUW



Figuur 1. Port of Den Helder



¹⁷Eigen berekening op basis van huidige gastopologie

¹⁸<https://www.greendeals.nl/green-deals/green-deal-zeevaart-binnenvaart-en-havens>

¹⁹<https://www.newenergycoalition.org/waterstoftankstation-in-kooyhaven-den-helder/>

²⁰<https://www.greenportnhn.nl/>

Noord-Holland Noord: de waterstofhub in 2050

In 2050 is Noord-Holland Noord één van de waterstofhubs van Europa. Het grote potentieel van deze regio heeft daarin de doorslag gegeven. Dankzij de cruciale rol die waterstof speelt in het energiesysteem, zijn de klimaatdoelstellingen behaald. Voor NHN is dit positief. De infographic op voorgaande pagina laat zien hoe de regio eruit kan zien in 2050 wanneer de waterstofeconomie tot bloei is gekomen aan de hand van vier pijlers: grootschalige opwekking hernieuwbare energie op zee; grootschalige productie groene waterstof op zee; waterstof distributie en opslag; en een volwassen regionale en (inter)nationale waterstofeconomie met toonaangevende kenniscentra en volop werkgelegenheid én goed opgeleid personeel. Deze pijlers beschrijven de waterstofketens op regionale, nationale en internationale schaal.

Grootschalige opwekking hernieuwbare energie op zee

In ons toekomstbeeld is NHN in 2050 uitgegroeid tot een toonaangevende speler op het gebied van waterstof, met het grote vermogen aan windenergie op de Noordzee als voornaamste motor. In 2050 is minimaal 38 GW windenergie op zee gerealiseerd; dit is in lijn met de plannen van de rijksoverheid. Wanneer het investeringsklimaat gunstig blijft, het beleid zich richt op het stimuleren van windenergie op zee en er voldoende maatschappelijk draagvlak blijft, is zelfs een vermogen van 72 GW mogelijk.

Grootschalige productie groene waterstof op zee

De energie die wordt opgewekt op zee komt aan land als elektriciteit en waterstof. Bij windparken die verder van de kust zijn gelegen, wordt waterstof op zee geproduceerd op energie-hubs. Hier staan elektrolyzers die elektriciteit direct omzetten in waterstof. Vervolgens wordt deze waterstof naar het vaste land gebracht; dit gebeurt grotendeels bij Den Helder vanwege de strategische locatie. Twee doorslaggevende factoren voor deze keuze waren de relatief korte afstand tot windparken op de Noordzee en de bestaande gasinfrastructuur die in de jaren voor 2050 gaandeweg beschikbaar is gekomen voor waterstof. Door de grote volumes groene waterstof is de productie van blauwe waterstof overbodig geworden en bovendien niet meer kosteneffectief. Hiermee eindigt de inzet van blauwe waterstof als energiedrager tijdens de transitie.

Waterstof distributie en opslag

In 2050 is de Europese waterstofbackbone operationeel, waardoor waterstoftransport door heel Europa mogelijk is. Vanuit Den Helder vindt distributie plaats richting industrieclusters in binnen- en buitenland. NHN is één van de grote verdeelpunten van waterstof voor de (inter)nationale markt, oftewel de Europese waterstofhub. Op internationaal niveau werkt de regio samen met andere Noordwest-Europese landen, zoals Denemarken, Duitsland, België en Frankrijk. In 2050 vormt NHN tevens het knooppunt waar het Verenigd Koninkrijk, Schotland en IJsland aansluiting krijgen op de Europese waterstofbackbone.

In de schaduw van de ontwikkeling van de Europese backbone heeft NHN tevens hard gewerkt aan de realisatie van een regionaal waterstof distributienet. Dit regionale waterstofnetwerk transporteert de geproduceerde waterstof direct naar de klant en optimaliseert zo de keten. De waterstofleidingen in de Wieringermeer, Den Helder en Alkmaar zijn uitgebreid en hebben als voorbeeld gediend voor andere gebieden waar nu ook lokale waterstofnetwerken zijn ontstaan. Deze waterstofnetten zijn verbonden met de waterstofbackbone, zodat een geïntegreerd waterstofsysteem ontstaat.

Om schommelingen in vraag en aanbod op te vangen, worden in 2050 lege gasvelden op land en zee ingezet voor grootschalige opslag van waterstof. Ook voor het balanceren van het elektriciteitsnet zijn deze opslagen van belang, door bij grote elektriciteitsstekorten waterstofcentrales te voeden die additionele elektriciteit produceren. De stabiliteit van het elektriciteitsnet in NHN krijgt niet alleen een boost door de balancerende rol van waterstof, maar ook door de aanleg van een 380 kV-tracé naar de Kop van Noord-Holland. De combinatie van deze twee ontwikkelingen maakt dat er nauwelijks nog sprake is van netcongestie in de regio.

In 2050 speelt de waterstofinfrastructuur een belangrijke rol in NHN. Waterstof en daarop gebaseerde derivaten zijn de standaard geworden binnen de scheepvaart en luchtvaart.

Een volwassen regionale en (inter)nationale waterstofeconomie

In 2050 is er op regionale en (inter)nationale schaal een volwassen waterstofeconomie ontstaan. Dit betekent dat alle sectoren binnen NHN waterstof inzetten. In het toekomstbeeld beschikt de haven van Den Helder over faciliteiten waarmee alle schepen cryogene waterstof of een synthetisch waterstof-derivaat bunkeren. Ook bij andere vormen van transport wordt waterstof ingezet. Zo vliegen de helikopters voor onderhoud van windturbines en waterstofproductie op zee op waterstofderivaten. Bovendien werkt de regio samen met Hydrogen Valley NZKG om aan de waterstofvraag van Schiphol te voldoen. Om duurzame luchtvaart mogelijk te maken, vraagt Schiphol in 2050 een grote hoeveelheid waterstof voor de productie van synthetische kerosine. NHN speelt een belangrijke rol bij het invullen van deze vraag.

Een unieke leefomgeving in de regio is Texel. In het toekomstbeeld voor 2050 is dit eiland grotendeels zelfvoorzienend door zelf elektriciteit op te wekken en gedeeltelijk om te zetten in waterstof. Een verbinding met het vasteland is alleen nodig als eventuele back-up voor elektriciteit. Waterstof en elektriciteit worden ingezet voor het busvervoer, vrachtovervoer, de RWZI en binnen de gebouwde omgeving. Het energiesysteem biedt ruimte om op kleine schaal te experimenteren. Hierdoor krijgt Texel een voorbeeldfunctie voor andere bewoonde eilanden die een nagenoeg zelfvoorzienend energiesysteem willen inrichten.



ONS AANBOD

NHN kan Nederland helpen bij het verwerven van een internationale positie op het gebied van waterstof en zodoende de EU ondersteunen haar waterstofambities te verwezenlijken en zo bij te dragen aan het realiseren van de klimaatdoelstellingen. Doorslaggevend hierbij zijn de volgende unique selling points van de regio:

- » De mogelijkheid om op grote schaal blauwe waterstof te produceren en aardgas (grijze waterstof) te verdringen als kickstarter voor een groenwaterstofeconomie.
- » De geavanceerde gasinfrastructuur die op de lange termijn ingezet kan worden voor waterstofdistributie.
- » De aanwezigheid van een diepzeehaven met ambitie, goede waterwegen naar het achterland, aansluiting op de waterstofbackbone en faciliteiten voor de realisatie van een duurzame energiehub.
- » De ideale basis voor een offshore logistieke dienstverlening op wereldniveau, door de unieke combinatie van een zeehaven met open verbinding naar zee en een offshore helikopter luchthaven.
- » Mogelijkheden voor CCS op de Noordzee.
- » De relatief korte afstand naar de te bouwen windparken op de noordelijke Noordzee.
- » Aanwezigheid van goed opgeleid personeel en toonaangevende kennisinstellingen.
- » Diversiteit en veelzijdigheid aan productie en toepassingen van groene waterstof.
- » De bereidheid om mee te werken aan proefprojecten om elektrolyse op zee mogelijk te maken.
- » Hoogwaardige kennis van gasinfrastructuur en waterstof.
- » Intrinsieke motivatie van publieke en private partijen om waterstof als veelzijdige duurzame en zero-emission energiedrager in te zetten en zo de gehele energiewaardeketen in NHN fossiel- en uitstootvrij te maken.



WAT IS HIERVOOR NODIG?

Om de waterstofeconomie daadwerkelijk op gang te krijgen, zijn de volgende randvoorwaarden cruciaal:

- » Toekenning van de status 'Hydrogen Valley', een stap die het potentieel van deze regio onderkent en de opkomende waterstofeconomie verder tot bloei brengt.
- » Voldoende windmolens op zee om groene waterstof te kunnen produceren in combinatie met waterstofproductie op de energiehub op zee.
- » Aanlanding van energie vanuit de off shore windvelden in Den Helder.
- » Een waterstofbackbone die Europese industrieclusters verbindt en waarop Den Helder is aangesloten.
- » Subsidies en investeringen voor pilots en opschaling van waterstofproductie.
- » Capex en Opex ondersteuningsmaatregelen om waterstofproductie en gebruik in de gehele energie-waardeketen financieel haalbaar te maken.
- » Kennis- en vakmanschapclusters voor een leidende positie in Europa op het gebied van toepassing en gebruik van waterstoftechnologie.
- » Een groot, doelgericht aanbod van onderwijs en trainingen voor alle onderwijs- en beroepsniveaus bij de bestaande techniekopleiders in de gehele energie- en transportwaardeketen.
- » Omscholingstrajecten om banen in energie, transport en technische sectoren te behouden.
- » Wet- en regelgeving voor productie, transport, opslag, toepassing en veiligheid van waterstof.
- » Stimuleren van de vraag naar waterstof (bijvoorbeeld door bijmenging in het gasnet en het optreden van de overheid als launching customer).
- » Standardisatie van waterstoftoepassingen (onder meer voor wegvervoer en scheepvaart).
- » Maatschappelijk draagvlak en acceptatie bij inwoners en bedrijven voor de toepassing van waterstof.



Bijlage

Waterstofproductie

PROJECTNAAM	BETROKKEN PARTIJEN	LOCATIE
DUWAAL	HYGRO, new energy coalition, Ontwikkelingsbedrijf Noord-Holland Noord	Wieringermeer
ZEPHYROS		Kooijhaven
H2GATEWAY		Den Helder
POSHYDON	SCW Systems Hynoca Milena-Olga 2.0	Texel

Waterstofvraag

PROJECTNAAM	BETROKKEN PARTIJEN	LOCATIE
DUWAAL	NXT, Avia	Wieringermeer
WALSTROOM		
DE GROENE WALVIS	Energie Coöperatie Graft-De Rijp	Alkmaar
		Texel

Waterstofopslag en infrastructuur

PROJECTNAAM	BETROKKEN PARTIJEN	LOCATIE	CAPACITEIT (MWH)
DUWAAL		Wieringermeer	
BUNKERSTATION BUITENHAVEN	Port of Den Helder	Den Helder	
WATERSTOFNET PORT OF DEN HELDER	Port of Den Helder	Den Helder	
ZEPHYROS		Wieringermeer	
DE GROENE WALVIS	Energie Coöperatie Graft-De Rijp	Alkmaar	
RWZI TEXEL	HHNK	Den Burg, Texel	300



Partners:

gasunie

TNO innovation
for life

