

# Blauwe waterstof als versneller en wegbereider van de energietransitie in de industrie



## Op weg naar een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening

Om de doelstellingen van het klimaatakkoord van Parijs te halen en te helpen de opwarming van de aarde tot ruim onder de 2 graden Celsius te beperken, wil de Nederlandse regering de CO<sub>2</sub>-uitstoot verminderen met 49% tot 55% in 2030 (vergeleken met 1990), op weg naar 95% CO<sub>2</sub>-reductie in 2050. Waar we nu in Nederland onze elektriciteit, brandstoffen en warmte voornamelijk uit kolen, olie en aardgas halen, moeten de komende decennia CO<sub>2</sub>-neutrale en hernieuwbare bronnen het stokje overnemen. We hebben haast! Want een groot deel van ons 'koolstofbudget' is al opgebruikt. Om de klimaatdoelstellingen te halen en de opwarming van de aarde te beperken, moeten we nu grote stappen zetten. Het kabinet heeft daarom de - in het regeerakkoord aangekondigde - maatregelen om invulling te geven aan de nationale reductie-doelstelling, vastgelegd in het Klimaatakkoord van juni 2019.

**Ruim een derde van de jaarlijks beoogde extra CO<sub>2</sub>-besparing in 2030 – 19 van de 49 Mton - moet komen van de industrie.** De opgave van de industrie is niet alleen groot in absolute zin, maar ook in vergelijking met de andere sectoren. Richting 2030 moet de industrie op basis van bestaand beleid en de additionele opgave indicatief nog jaarlijks 19,4 Mton CO<sub>2</sub>

reduceren. De totale reductie ten opzichte van 1990<sup>1</sup> bedraagt daarmee 59 procent. Ruim 20 procent van de landelijke CO<sub>2</sub>-uitstoot komt uit Rotterdam, waarbij het havenindustriegebied verantwoordelijk is voor bijna 90 procent<sup>2</sup>. De Rotterdamse industrie staat daarmee voor een enorme uitdaging: ze wil bijdragen aan de klimaatdoelen, voorzien in de toenemende vraag naar energie en producten, werkgelegenheid behouden en een bijdrage leveren aan het behoud en uitbreiding van de internationaal vooraanstaande economische positie van de Rotterdamse haven. Decarbonisatie van de industrie vormt in dit geheel een belangrijk element.

**Net als in de rest van de samenleving, zal elektriciteit uit wind- en zonne-energie een steeds belangrijkere rol spelen in de energievoorziening van de industrie.** Het tempo waarin dit gebeurt ligt echter te laag. We hebben in Nederland nog veel te weinig wind- en zonneparken om te voorzien in de Nederlandse elektriciteits-behoefte voor huishoudens en vervoer, laat staan de totale energiebehoefte van de industrie. Bovendien produceren wind- en zonneparken weersafhankelijk en niet afgestemd op de vraagkant. Ook naar 2050 toe is de verwachting dat dit niet genoeg zal zijn om in de totale

1 Dit is een combinatie van bestaand beleid en de additionele opgave (5,1 + 14,3 Mton). Klimaatakkoord Hoofdstuk Industrie, Planbureau van de Leefomgeving, juni 2019.

2 Industriecluster Rotterdam-Moerdijk. Bron: Rotterdams Klimaatakkoord, november 2019



Power Plant Rotterdam





energiebehoefte te kunnen voorzien<sup>3</sup>. Naast groene elektriciteit zullen we dus ook andere energiebronnen nodig hebben.

**Niet alles laat zich gemakkelijk elektrificeren.** Fabrieken en raffinaderijen hebben bijvoorbeeld zeer hoge temperaturen nodig, die vooralsnog moeilijk met elektriciteit kunnen worden opgewekt.

**Er zijn nog onvoldoende oplossingen om de industrie nu al klimaatneutraal en duurzaam te maken.** Kenmerkend voor veel projecten is dat zij in de aanloopfase vaak nog kleinschalig zijn, commercieel niet rendabel zijn en een lange ontwikkeltijd nodig hebben voordat ze substantieel kunnen bijdragen aan minder CO<sub>2</sub>-emissies in Nederland.

**De uitdaging is complex, maar de industrie in de haven zit natuurlijk niet stil.** Zo is de afgelopen 10 jaar de CO<sub>2</sub>-emissie van de raffinaderijen met 20% afgenomen. De industrie zet in op een veel efficiënter gebruik van energie en op de ontwikkeling van infrastructuur voor onder andere het gebruik van restwarmte en het delen van stoom. In de toekomst kan met een dergelijke back-bone ook waterstof en groene stroom worden geleverd, en CO<sub>2</sub> verzameld worden. Het zijn belangrijke stappen op weg naar een nieuw energieysteem. Hoewel de opgave enorm is, zien de partijen die in november 2019 het Rotterdams Klimaatakkoord sloten ook kansen voor het creëren van een nieuwe economie, met veel werkgelegenheid en een stevige concurrentiepositie voor Rotterdam.

## Transitieprojecten bereiden de weg voor

**We kunnen niet wachten op voldoende aanbod van hernieuwbare energie.** We moeten nu al de infrastructuur en de markt voor de toekomst ontwikkelen, willen we de doelen van 2050 kunnen halen. Daarvoor hebben we transitieprojecten nodig die al snel bijdragen aan een aanzienlijke vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland én de weg bereiden naar een duurzame en klimaatneutrale energievoorziening in 2050.

**Waterstof kan daarbij een sleutelrol spelen.** Want met waterstof kunnen hoge temperaturen opgewekt worden. In de transitie naar groene waterstof kan blauwe waterstof al vóór 2030 op grote schaal worden toegepast als klimaatneutrale energiedrager voor een deel van de energievoorziening van de industrie en de productie van elektriciteit. Het PBL bevestigt dit<sup>4</sup>.

**Gezien het tekort aan groene elektriciteit zal de industrie in eerste instantie blauwe waterstof moeten gebruiken.** Blauwe waterstof wordt verkregen door aardgas, of rest-gassen uit de industrie, te splitsen in kooldioxide (CO<sub>2</sub>) en waterstof (H<sub>2</sub>). De verkregen CO<sub>2</sub> wordt afgevangen en opgeslagen (Carbon Capture and Storage - CCS), of gebruikt, zoals nu in kassen, maar op termijn ook voor de productie van bijvoorbeeld bakstenen (Carbon Capture and Usage - CCU). Op dit moment gebruikt de industrie al grote hoeveelheden<sup>5</sup> grijze waterstof als grondstof in de chemie en raffinage, maar niet in de energievoorziening. Grijze waterstof wordt veelal geproduceerd uit aardgas, waarbij de CO<sub>2</sub> grotendeels de lucht ingaat en voor een klein deel wordt hergebruikt in bijvoorbeeld kassen of in frisdranken.

3 International Energy Agency, World Energy Outlook 2019, oktober 2019

4 Planbureau van de Leefomgeving, Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord, 28 september 2018.

5 Momenteel wordt in de industrie in Nederland al 800.000 ton waterstof per jaar als grondstof gebruikt.



#### Grijze waterstof

Aardgas splitsen in CO<sub>2</sub> en waterstof

CO<sub>2</sub> afgevoerd naar de lucht

#### Blauwe waterstof

Aardgas splitsen in CO<sub>2</sub> en waterstof

H-vision kijkt ook naar de inzet van raffinaderijgassen

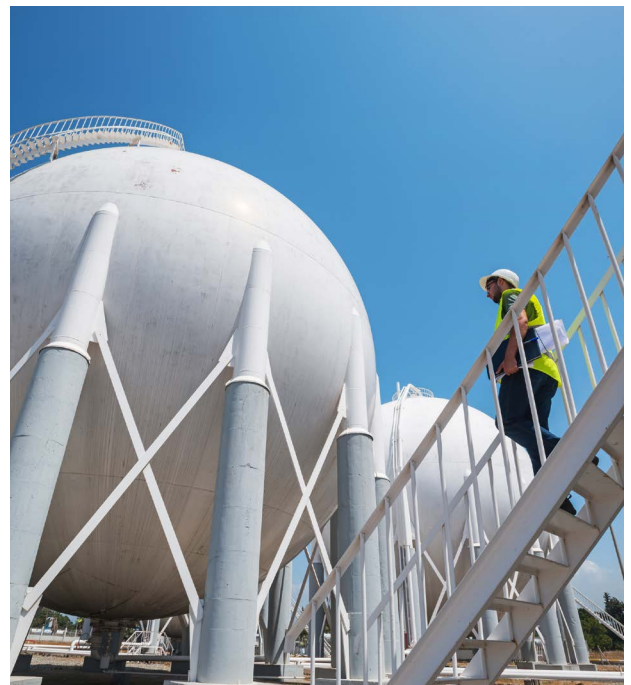
CO<sub>2</sub> opgeslagen of hergebruikt

Link H-vision en Porthos voor onderzeese opslag

#### Groene waterstof

Water omzetten in waterstof met behulp van door zonne- en wind aangedreven elektrolyse

Hier komt geen CO<sub>2</sub> bij vrij



**Het uiteindelijke doel is om groene waterstof te gebruiken.** Groene waterstof wordt verkregen door water met behulp van door zonne- en windenergie aangedreven elektrolyse om te zetten in waterstof. Hier komt helemaal geen CO<sub>2</sub> meer bij vrij.

Of het nu om grijze, blauwe of groene waterstof gaat, alleen de productiewijze is verschillend, het product zelf en de werking ervan zijn hetzelfde: waterstof is een gas en bij verbranding blijft er water over. Dat betekent ook dat de infrastructuur die wordt aangelegd en de omgebouwde installaties voor blauwe waterstof straks, als het aanbod zonne- en windenergie voldoende opgeschaald is, ook kunnen worden gebruikt voor groene waterstof.

Blauwe en groene waterstofprojecten worden parallel naast elkaar ontwikkeld. Zo werken BP, Nouryon en Havenbedrijf Rotterdam in het project H2-Fifty aan de ontwikkeling van een electrolyser met een capaciteit van 250 MW. Aangedreven door hernieuwbare energie kan hiermee op jaarbasis circa 45.000 ton groene waterstof worden geproduceerd voor gebruik in de BP-raffinaderij in Rotterdam.



## Met H-vision kan de industrie substantieel verduurzamen

**In het samenwerkingsverband H-vision willen partijen uit overwegend het havenindustriegebied Rotterdam met blauwe waterstof een substantiële bijdrage leveren aan het halen van de klimaatdoelen en de versnelling van de energietransitie in Nederland.** Door blauwe waterstof op grote schaal in te zetten voor de energievoorziening van de industrie kunnen grote hoeveelheden CO<sub>2</sub> uit de lucht worden gehouden.

Het idee is om op de Maasvlakte meerdere nieuwe fabrieken te bouwen die grote hoeveelheden hoogcalorisch aardgas (dus geen gas uit Groningen) nog vóór gebruik splitsen in kooldioxide en waterstof. De verkregen CO<sub>2</sub> wordt vervolgens opgeslagen in lege gasvelden ver onder de Noordzee. Daarbij wil H-vision gebruik maken van de infrastructuur voor CO<sub>2</sub>-transport en -opslag van het Porthos-project<sup>6</sup> of de CO<sub>2</sub> transporteren naar een soortgelijke opslag in Noorwegen.

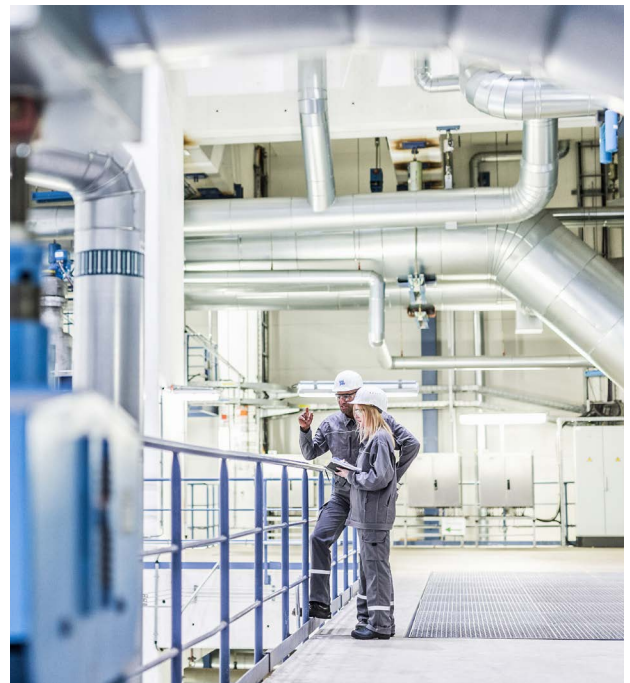
De CO<sub>2</sub> die wordt gevormd bij de verbranding van fossiele brandstoffen kan op twee plaatsen in het verbrandingsproces worden afgevangen: voor en na de verbranding. Bij H-vision gaat het om afvang vóór verbranding.

Voor de energievoorziening van de industrie en voor elektriciteitsopwekking kan overigens waterstof worden gebruikt die minder zuiver is dan de waterstof die als grondstof dient: *fuel grade* waterstof (95% zuiver). Ten opzichte van kolen, aardgas of grijze waterstof wordt de CO<sub>2</sub>-uitstoot hiermee drastisch verlaagd, ruimschoots binnen de doelstellingen van Parijs.

<sup>6</sup> Porthos (Port of Rotterdam CO<sub>2</sub> Transport Hub & Offshore Storage): samenwerking van voorbereiding van een project om CO<sub>2</sub> van de industrie uit de Rotterdamse haven te transporteren en op te slaan in lege gasvelden onder de Noordzee. Porthos staat voor Port of Rotterdam CO<sub>2</sub> Transport Hub and Offshore Storage. haalbaarheidsstudie van Port of Rotterdam, EBN en Gasunie t.b.v. afvang, transport en het opslaan van CO<sub>2</sub> diep onder de Noordzee.



## 'H-vision draagt substantieel en snel bij aan CO<sub>2</sub>-reducties in de industrie'



**Het uiteindelijke doel is en blijft de inzet van groene waterstof.** Naarmate er meer groene energie voorhanden is, kan blauwe waterstof via dezelfde infrastructuur voor transport en opslag geleidelijk aan worden aangevuld of vervangen door groene waterstof. Van een zogenaamd lock-in effect van blauwe waterstof is daarom geen sprake. Bij een tekort aan groene waterstof uit Nederland kan in de toekomst ook groene waterstof uit het buitenland worden ingevoerd. De infrastructuur voor transport en opslag, die voor het project uitgebouwd en gecreëerd moet worden, is dus duurzaam inzetbaar en kan toekomstige groene waterstof-stromen uit zowel binnen- als buitenland perfect faciliteren. De H-vision-fabrieken kunnen op dat moment worden ingezet als flexibele back-up voor de industrie en voor de elektriciteitssector, om waterstof te produceren wanneer er onvoldoende zon- en windenergie voorhanden is. Zo wordt H-vision de wegbereider voor een duurzame, klimaatneutrale en betrouwbare energievoorziening voor de industrie én van de groene waterstofeconomie.

**Voordeel van de uitrol van in eerste instantie blauwe waterstof is dat deels bestaande infrastructuur, installaties en kennis nu al kunnen worden gebruikt.** Waar op geplande momenten installaties en infrastructuur moeten worden vervangen, kunnen bedrijven de nodige investeringen nu al inplannen. Deze benadering helpt de kosten beheersbaar te houden en de transitie te versnellen, zodat al op kortere termijn, vóór 2030, grote hoeveelheden CO<sub>2</sub> uit de lucht kunnen worden gehouden terwijl de installaties en infrastructuur al in gereedheid worden gebracht om de weg naar groene waterstof voor te bereiden.

**H-vision draagt bij aan de ambities van Rotterdam om de duurzaamste haven van de wereld te worden<sup>7</sup>.** Waterstof speelt daarin een belangrijke rol. In het Rotterdams

klimaatakkoord is een belangrijke rol voorzien voor H-vision in het realiseren van de waterstofeconomie. Het geeft een forse impuls om van Rotterdam een waterstof-hub te maken: waar waterstof geproduceerd, gebruikt en verhandeld wordt. Door de ombouw van installaties bij gebruikers van waterstof en door infrastructuur aan te leggen die ook kan worden gebruikt voor transport en opslag van groene waterstof worden nu al de investeringen gedaan die daarvoor noodzakelijk zijn.

**Onder leiding van Deltalinqs verrichtten in 2018-19 de H-vision partijen een omvangrijke studie naar de technische, economische en financiële haalbaarheid van blauwe waterstof als energievoorziening van de industrie<sup>8</sup>.** Het doel was inzicht te krijgen in de mogelijkheden die koolstofarme (blauwe) waterstof biedt als een stabiele, constante en voorspelbare energiedrager die de industrie nodig heeft om op korte termijn de industrie substantieel te decarboniseren. De zestien partijen bekeken zij hoe aardgas en kolen al vóór 2030, kosten-efficiënt en op grote schaal kunnen vervangen door blauwe waterstof voor de energievoorziening van chemie, raffinage en elektriciteitsproductie. Ook is bestudeerd in hoeverre restgassen uit raffinage circulair kunnen worden ingezet. Het H-vision projectteam rekende in de haalbaarheidsstudie van juli 2019 verschillende varianten door (laagreferentie- hoog) op techniek, financiële onderbouwing en marktomstandigheden.

'H-vision is een wegbereider voor groene waterstof'

<sup>7</sup> Rotterdams Klimaatakkoord, november 2019.

<sup>8</sup> In 2018 heeft de Rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO) subsidie toegekend voor het verrichten van de haalbaarheidsstudie van H-vision.



## Resultaten haalbaarheidsstudie

De haalbaarheidsstudie<sup>9</sup> laat zien dat H-vision substantieel is, snel resultaten kan opleveren, een wegbereider voor de groene waterstofeconomie is, en de energietransitie versnelt.

- H-vision is technisch haalbaar. Van de verschillende productie-opties is ATR (autothermische reformer) de meest efficiënte wijze voor de productie van koolstofarme waterstof en een 'proven-technology'.
- Met H-vision is op korte termijn een substantiële CO<sub>2</sub>-emissiereductie mogelijk van 2,2 Mton in 2026 met de eerste fabriek, tot 4,3 Mton in 2031 per jaar als de tweede fabriek erbij is. Dit staat gelijk aan 16% van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie van de totale Rotterdamse industrie (tov 2018).
- Met een capaciteit van 3200 MW levert H-vision 20% van de warmte- en stroomvoorziening van de Rotterdamse industrie<sup>10</sup>.
- De studie laat zien dat er voldoende vraag naar blauwe waterstof in de markt aanwezig is.
- Het gaat om substantiële investeringen van totaal 2 miljard euro, waarvan 1,3 miljard voor de twee fabrieken.
- Er kan gebruikt gemaakt worden van bestaande infrastructuur met beperkte aanpassingen. De door gezamenlijke aanpak verbeterde infrastructuur zal nieuwe industrie aantrekken.
- De investeringen die nu gedaan worden om de inzet van blauwe waterstof mogelijk te maken, maken op termijn ook groene waterstof mogelijk en maken H-vision tot een wegbereider van de toekomstige groene waterstofeconomie.
- H-vision versnelt de energietransitie door met blauwe waterstof de grootschalige inzetbaarheid van waterstof voor calorische doeleinden met 15-20 jaar naar voren te halen.

**H-vision is substantieel, snel, wegbereider en versneller**

De H-vision haalbaarheidsstudie is te downloaden via [www.deltalinqs.nl/h-vision](http://www.deltalinqs.nl/h-vision).

<sup>9</sup> H-vision haalbaarheidsstudie, gepubliceerd in juli 2019

<sup>10</sup> Ter vergelijking: dat is 32 keer zoveel capaciteit als de waterstoffabriek in de Eemshaven waar nu een studie naar verricht wordt door Innogy en RWE met een beoogde capaciteit van maximaal 100 MW.



## Het H-vision samenwerkingsverband

H-vision is een samenwerkingsverband van partijen, overwegend uit het havenindustriegebied van Rotterdam. Aan de haalbaarheidsstudie werkten zestien partijen mee, die de hele waterstofketen vertegenwoordigen, van productie tot eindgebruik.

Nu werken tien H-vision partners aan de vervolgstappen die tot de start van het project moeten leiden. Een solide economische en financiële basis en de benodigde wet- en regelgeving zijn daarbij het uitgangspunt. Naast de H-vision partijen, zijn er sleutelrollen voor de overheid in haar rol als beleidsmaker, verzekeraar, financier, regelgever, pleitbezorger en facilitator. Duidelijkheid over politieke keuzes betreffende de routekaart energietransitie is essentieel, zoals over de rol van koolstofafvang en -opslag (CCS) en blauwe waterstof in het bijzonder, maar ook over de beschikbaarheid van innovatieve financiële instrumenten.

De partijen zijn: Deltalinqs, Air Liquide, BP, ExxonMobil, Gasunie, Havenbedrijf Rotterdam, Power Plant Rotterdam, Shell, Uniper en Koninklijke Vopak. Samen vertegenwoordigen zij de gehele waterstofketen. Door hun kennis te bundelen kunnen zij de bestaande waterstofketens verduurzamen en geïntegreerde oplossingen voor de toekomst realiseren.

H-vision werkt samen met het project van Vattenfall, Gasunie en Equinor, die waterstof willen inzetten als brandstof voor de Magnum-centrale in de Groninger Eemshaven. Chemelot in Zuid-Limburg zou ook gebruik kunnen maken van de waterstof uit Rotterdam. In de toekomst ligt samenwerking met andere waterstofprojecten in de industrie voor de hand.

**Het doel van H-vision is de industrie al vóór 2030 te voorzien van CO<sub>2</sub>-arme energie, door aardgas en kolen te vervangen door blauwe waterstof en mogelijk ook raffinaderijgassen circulair in te zetten.**

**Met blauwe waterstof kan de industrie al op korte termijn decarboniseren door de uitstoot van CO<sub>2</sub> substantieel te verminderen. Daarmee kan de industrie de realisatie van de nationale klimaatdoelen versnellen.**

**Het uiteindelijke doel is om groene waterstof te gebruiken. Gezien het tekort aan groene elektriciteit zal de industrie in eerste instantie blauwe waterstof moeten gebruiken.**

**Blauwe waterstof is een wegbereider van groene waterstof. Door nu al te investeren in blauwe waterstof komt al vroegtijdig een infrastructuur tot stand waar de groene variant later gebruik van kan maken.**

**H-vision kan op korte termijn een forse CO<sub>2</sub>-emissiereductie realiseren, lopend van 2,2 megaton per jaar in 2026, tot 4,3 megaton per jaar in 2031.**

**De H-vision partijen vertegenwoordigen de gehele waterstofketen, van productie tot eindgebruik. Daarnaast zijn er sleutelrollen voor de overheid in haar rol als beleidsmaker, verzekeraar, financier, regelgever, pleitbezorger en facilitator.**