

1

# Management- samenvatting



# H-vision: vliegende start waterstofeconomie in Rotterdam

---

Het H-vision project heeft de potentie om als vliegende start te fungeren voor de waterstofeconomie in de regio Rotterdam. Met de bouw en exploitatie van grootschalige blauwe waterstofproductiefaciliteiten is de industrie in Rotterdam in staat om enorme stappen te zetten in de decarbonisatie van industriële productieprocessen. Dit wordt bereikt door koolstofarme waterstof te introduceren als energiebron voor hoge-temperatuurwarmte en elektriciteitsproductie.

Zestien partijen hebben hun krachten gebundeld in het project H-vision. Dit eindrapport van hun studie stelt dat vanuit een technisch perspectief, de grootschalige productie en toepassing van zogeheten 'blauwe waterstof' om de industrie en elektriciteitssector te voorzien van koolstofarme energie haalbaar is. Voor een sterke economische en financiële basis is ondersteuning nodig van de overheid en/of de EU.

Implementatie van dit blauwe waterstofconcept zou de gewenste waterstofeconomie met tenminste 15-20 jaar naar voren halen en zou de Nederlandse overheid aanzienlijk helpen met het realiseren van de klimaatdoelen die voor 2030 zijn gesteld. Het H-vision project is wegbereider voor een waterstofeconomie die uiteindelijk gebaseerd zal zijn op groene waterstof.

De ambitie van de betrokken partijen is om de eerste H-vision faciliteit eind 2025 operationeel te hebben en de capaciteit te vergroten tot 2030, zodat de industrie in staat wordt gesteld om de CO<sub>2</sub>-uitstoot ruim vóór 2030 aanzienlijk te verminderen. Het project kan op relatief korte termijn een forse CO<sub>2</sub>-emissiereductie realiseren die toeneemt van 2,2 miljoen ton (Mton) per jaar in 2026 tot 4,3 Mton per jaar in 2031 in de referentievariant. De CO<sub>2</sub>-vermijdingskosten voor deze variant variëren van 86 tot 146 €/ton (afhankelijk van het macro-economische scenario).

Implementatie van dit  
blauwe waterstofconcept  
zou (...) de Nederlandse  
overheid aanzienlijk helpen  
met het realiseren van de  
klimaatdoelen die voor  
2030 gesteld zijn

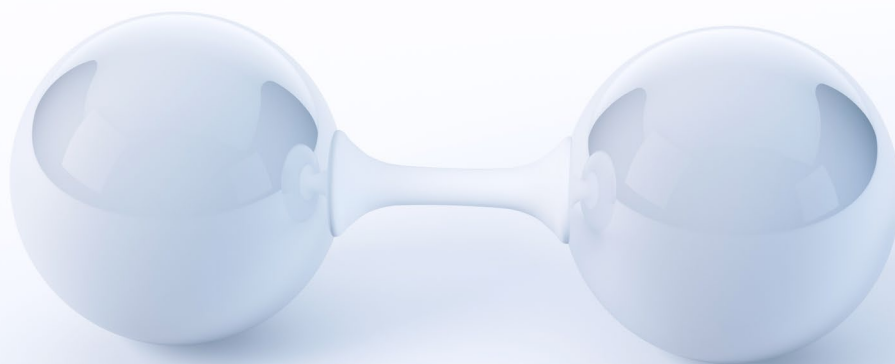


In augustus 2018 zijn zestien partijen gestart met de H-vision haalbaarheidsstudie met als belangrijkste doelstellingen te komen tot een duidelijke oplossing voor de decarbonisatie van hoge temperatuur-warmte- en elektriciteitsproductie, het realiseren van groot-schalige CO<sub>2</sub>-emissiereductie, het versnellen van de energietransitie binnen de industrie en het effenen van de weg naar de duurzame waterstofeconomie van de toekomst die uiteindelijk gebaseerd zal zijn op groene waterstof. Dit alles werd nog uitdagender door de beperking dat dit op kosteneffectieve wijze met optimaal gebruik van bestaande middelen moet worden gedaan.

Gedurende de studie hebben de projectwerkgroepen diepgaand inzicht verkregen in het concept van toepassing van blauwe waterstof. Deze energiedrager wordt geproduceerd in één of meerdere productie-installaties door het omzetten van grote hoeveelheden hoogcalorisch aardgas (dus niet het laagcalorische aardgas van het Groningen-veld) en residuele raffinagegassen in waterstof en CO<sub>2</sub>. De blauwe waterstof wordt gebruikt voor industriële processen in hoofdzakelijk raffinaderijen en elektriciteits-centrales. Op deze manier worden aardgas, raffinaderijgas en kolen vervangen door waterstof voor de opwekking van warmte en elektriciteit. Daarmee wordt de hoeveelheid CO<sub>2</sub>-uitstoot drastisch verlaagd.

De CO<sub>2</sub> die afkomstig is uit het waterstofproductieproces komt niet vrij in de lucht, maar wordt afgevangen en vervolgens opgeslagen in lege gasvelden onder de Noordzeebodem (koolstofafvang en opslag, CCS). H-vision werkt op dit onderwerp nauw samen met het Porthos project in Rotterdam, waarbij een backbone-infrastructuur wordt ontwikkeld voor transport van CO<sub>2</sub> naar de offshore opslaglocaties. De afgevangen CO<sub>2</sub> kan ook deels worden hergebruikt, bijvoorbeeld voor de kassen in het Westland, of worden geëxporteerd naar andere CO<sub>2</sub>-opslagfaciliteiten in bijvoorbeeld Noorwegen of Groot-Brittannië.





## Naar een waterstofhub

Industriële warmte is nodig als stabiele, constante en voorspelbare toevoer. Dit is een ideale basis voor een stabiele, commerciële marktpositie van H-vision faciliteiten op de korte tot middellange termijn. Realisatie van het H-vision concept zou de haven van Rotterdam in staat stellen haar rol op te pakken als toekomstige waterstofhub, waar waterstof door meerdere partijen in grote hoeveelheden wordt geproduceerd, gebruikt, verhandeld, gedistribueerd en geïmporteerd.

Een groot voordeel van H-vision is dat de infrastructuur die is ontwikkeld voor transport en opslag van blauwe waterstof alsmede de technische aanpassingen benodigd bij de gebruikers ervan, probleemloos kunnen worden gebruikt voor groene waterstof. Groene waterstof wordt geproduceerd met elektrolyzers waarbij water wordt gesplitst in waterstof en zuurstof met gebruikmaking van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen.

Productie van emissieloze groene waterstof op grote schaal wordt in Nederland mogelijk als zonne- en windenergie overvloedig beschikbaar zijn tegen concurrerende kosten. Dit is waarschijnlijk nog niet het geval op de korte en middellange termijn. Blauwe waterstof kan relatief snel beschikbaar worden gemaakt én zorgen voor een infrastructuur die na verloop van tijd voor groene waterstof kan worden gebruikt.

Het H-vision project vormt daarmee een opstap naar de toekomstige waterstofeconomie en maakt op termijn de weg vrij voor de grootschalige introductie van groene waterstof.

## Voorkeurstechologie

Vanuit technisch oogpunt is de H-vision aanpak haalbaar en wordt er optimaal gebruik gemaakt van de bestaande industriële infrastructuur. De industriële processen die in deze studie worden behandeld, kunnen overschakelen op blauwe waterstof als primaire energiedrager. Voor industriële hoge temperatuurverwarming zijn beperkte aanpassingen nodig, terwijl voor elektriciteitsopwekking grote aanpassingen en een uitdagende transitie naar biomassa nodig zijn (als alternatief voor kolen).

De voorkeurstechnologie voor de grootschalige H-vision installatie(s) is hogedruk ATR (Auto Thermal Reforming). Deze aanpak biedt duidelijke voordelen boven alternatieve technologieën, vooral met betrekking tot schaalvoordelen en operationele flexibiliteit. ATR is in dit stadium nog geen definitieve keuze, omdat meer gedetailleerde technische werkzaamheden en kostenramingen nodig zijn in de volgende projectfase om de optimale technologie te kunnen kiezen.

Realisatie van dit concept waarbij aardgas, raffinaderijgas en kolen op grote industriële schaal worden vervangen door blauwe waterstof vereist één of meerdere fabrieken op wereldschaal. Er zijn plannen voor centrale, grootschalige productie op de Maasvlakte. Dit biedt de mogelijkheid tot maximaal gebruik van schaalvoordelen evenals integratie van stoom- en nutsvoorzieningen met een of meer elektriciteitscentrales. Omdat de productie van blauwe waterstof is gebaseerd op bewezen reforming technologie wordt het opschalen van de productie beschouwd als een relatief laag risico.

Vanuit gebruikersoogpunt is de H-vision aanpak realiseerbaar door gebruik te maken van de bestaande industriële infrastructuur waarbij beperkte aanpassingen nodig zijn. Een belangrijke aanpassing is dat gasgestookte



branders moeten worden vervangen door branders die geschikt zijn voor zowel (aard)gas als gas met een zeer hoge waterstofinhoud.

De waterstof wordt vooral gebruikt in raffinaderijen en elektriciteitscentrales. Toepassing in elektriciteitscentrales lijkt een technisch haalbare optie door enerzijds bijstoken (bij biomassa) óf het installeren van nieuwe waterstofturbines en deze te verbinden met de bestaande installaties. Een probleem is dat veel elektriciteitscentrales in de toekomst moeten fungeren als piekproducent, hetgeen leidt tot grote en snelle fluctuaties in de vraag naar brandstoffen. Dit vereist een flexibele waterstofproductie of de combinatie met waterstofopslag. Het combineren van base-load vraag vanuit de industrie in combinatie met variabele belasting van de elektriciteitscentrales verzekert een soepelere operatie van de waterstofproductie.

Dit rapport concludeert dat een flexibele waterstoftoevoer realiseerbaar is.

## Ontwikkelingsconcepten en -scenario's

Om structuur aan te brengen in de aanpak van de studie heeft het projectteam vier ontwikkelings-concepten gemaakt (niets doen, minimumvariant, referentievariant en maximumvariant), die werden getest aan de hand van drie verschillende macro-economische scenario's ('As Usual' Wereld, Economische Wereld, Duurzame Wereld).

Deze scenario's zijn gebaseerd op de bestaande scenario's van het International Energy Agency in combinatie met specifieke prijsprognoses die het PBL ontwikkelde voor de conceptversie van het nationale Klimaatakkoord.

Deze methodiek verschaft helder inzicht in welke trajecten haalbaar en welke niet-haalbaar zijn. Enkele

belangrijke kenmerken (alleen voorbeelden van de referentievariant worden hier getoond):

- De economische haalbaarheid van H-vision hangt grotendeels af van het gewenste rendement dat een weerspiegeling is van het risicoprofiel en de politieke en macro-economische ontwikkelingen, evenals de impact ervan op met name de prijs van aardgas en de prijzen van CO<sub>2</sub>-emissierechten. Een ETS prijs van € 86 tot € 146 per ton is nodig om het businessmodel NPV-neutraal te maken.
- De CO<sub>2</sub>-vermijdingskosten in de referentievariant variëren van 86 tot 146 €/ton (afhankelijk van het scenario). Dit is in feite een strategische investering in het opbouwen van de waterstofeconomie. Het gebruik van blauwe waterstof is voor alle drie de scenario's kosteneffectiever dan de meeste decarbonisatie-opties die zijn opgenomen in het huidige 2019 SDE+ schema, wat betreft de onderzochte toepassingen.
- Unitkosten voor compressie, transport en opslag van CO<sub>2</sub> liggen tussen de € 17 - € 30 per ton.
- Realisering van het project leidt op korte termijn tot een forse CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 2,2 Mton per jaar in 2026 tot 4,3 Mton per jaar in 2031 in de referentievariant. Dit is gelijk aan 50% van de huidige CO<sub>2</sub>-emissie van de raffinaderijsector in Rotterdam.
- De referentievariant vertegenwoordigt een maximale waterstofvraag van de elektriciteitssector en de industrie van iets meer dan 3200 MW. Wat betreft productiecapaciteit zou dit vertaald moeten worden naar de bouw van twee waterstofproductie-units, die ieder een output van 1460 MW hebben en kunnen opereren op 110% van hun capaciteit. De waterstofproductie zou dan 700 kton per jaar zijn.
- De bouw van dergelijke productiefaciliteiten zou gepaard gaan met een verwachte investering van € 1,3 miljard. Bijkomende kosten, zoals infrastructuur en aanpassingen aan compressors, waterstofturbines en ovens, zouden het totale investeringsniveau op ongeveer € 2 miljard brengen.

## Het H-vision project heeft de potentie om als vliegende start te fungeren voor de waterstofeconomie in de regio Rotterdam

Het is belangrijk te vermelden dat er in dit stadium nog geen ontwikkelingsconcept is gekozen. Deze concepten en scenario's inclusief de aantallen zoals bovenstaand geschetst zijn opgesteld om de haalbaarheid van verschillende opties in te schatten en geven geen definitieve financiële cijfers.



### Volgende stappen

In de volgende projectfasen zal het team het optimale ontwikkelingsconcept kiezen, het conceptuele ontwerp bepalen, de detailengineering uitvoeren, voorbereidingen treffen voor het definitieve investeringsbesluit en het project uitvoeren. De huidige ambitie is om een definitief investeringsbesluit te nemen in 2021 en om de eerste waterstofproductiefaciliteit eind 2025 op te starten.

In de follow-up van het project zijn diverse uitdagingen te slechten, waaronder de onzekerheid over grondstoffen en CO<sub>2</sub>-emissierechten, maar ook de politieke koers en macro-economische ontwikkelingen. Overheidssteun in de vorm van participatie, contracts for differences, risicodragende leningen of subsidies is gezien het niet-commerciële rendement van de investering vereist om H-vision van de grond te krijgen.

Tegen die achtergrond spelen alle betrokken H-vision partijen een sleutelrol. Andere sleutelrollen zijn er voor de overheid in haar rol als beleidsmaker, verzekeraar & financier, regelgever, pleitbezorger en facilitator. Op korte termijn is het essentieel om duidelijkheid te krijgen over politieke keuzes betreffende de routekaart energietransitie, zoals over de rol van koolstofafvang en -opslag (CCS) en blauwe waterstof in het bijzonder, maar ook over de beschikbaarheid van innovatieve financiële instrumenten.

Het nemen van volgende stappen door zowel de betrokken H-vision partijen, mogelijk nieuwe belangstellenden en de overheid is essentieel om H-vision tot een succes te maken als vliegende start van de waterstofeconomie in de regio Rotterdam.