

INVESTNL



Ontwikkeling van een waterstofmarkt in Nederland

om investeringen in groene waterstof te bevorderen

Juni 2024

Ontwikkeling van een waterstofmarkt in Nederland

om investeringen in groene waterstof te bevorderen



In opdracht van:

INVESTNL

Dit rapport is opgesteld in opdracht van Invest-NL Business Development B.V.

Auteurs:

Jelle Hofstra
Kees van der Leun

juni 2024

Common Futures. Energy Transition Specialists B.V.
Vondellaan 54, 3521 GH Utrecht
The Netherlands

<https://www.commonfutures.com/>
+31 30 281 9699

Voorwoord

Invest-NL wil bijdragen aan de energietransitie door deze te versnellen en financieerbaar te maken. Hierbij richten we ons op het creëren van de juiste randvoorwaarden voor financiering. De opbouw van een waterstofwaardeketen is een noodzakelijke energiepijler binnen deze transitie om verduurzaming in de industrie, zwaar transport en energievoorziening mogelijk te maken. Vanuit het langetermijnperspectief van de klimaatdoelstellingen kunnen twee opgaves geïdentificeerd worden die samenhangen met de ontwikkeling van de waterstofwaardeketen:

Eenzijds de opgave om de transitie van de inzet van grijze waterstof naar groene waterstof te maken, anderzijds de opgave om van de huidige gesloten markt naar een open waterstofmarkt te bewegen. Binnen deze open markt is (volume en prijs) transparantie een belangrijk criterium. Invest-NL beoogt te verhelderen hoe deze twee opgaves zich tot elkaar verhouden. Kan een transparante waterstofmarkt investeringen aanjagen en verduurzaming bewerkstelligen? Gaan deze opgaves hand in hand, of belemmeren ze elkaar, nu en in de nabije toekomst? Invest-NL heeft een start gemaakt met het verkennen van deze relatie door twee werkstromen rondom de volgende vragen uit te zetten.

1/ Hoe ziet een transparante waterstofmarkt er mogelijk uit?

Een eerste voorstel met basiselementen waaruit een transparante markt opgebouwd kan worden is door Porteg uitgewerkt. De waterstofmarkt is hiervoor gespiegeld aan zes energie commodity en certificatenmarkten als potentiële referentiemarkt. De gasmarkt en de markt voor garanties van oorsprong lijken de juiste referenties om een

voorstel voor een transparante waterstofmarkt op te baseren. De resultaten hiervan zijn terug te vinden in op [de pagina van Invest-NL](#)

2/ Kan een transparante waterstofmarkt bijdragen aan de huidige voorgenomen investeringen in groene waterstof?

Common Futures heeft daarnaast onderzocht hoe het ontbreken van een transparante waterstofmarkt zich verhoudt tot andere specifieke barrières bij het investeren in groene waterstofproductie op de korte termijn.

Hiermee wil Invest-NL een dialoog initiëren over hoe we voorbij de eerste groene waterstofinvesteringen kunnen toewerken naar een open waterstofmarkt die hoge mate van verduurzaming mogelijk maakt. Wat heeft de markt nu en op de langere termijn nodig om deze transitie mogelijk te maken? Heb je hier ideeën over? Graag komen we hierover met jou in contact.

Stephan Falcão Ferreira, Eva Ferrier en Marinus Boogert
21 Juni 2024

Samenvatting (1/2)

In het Klimaatakkoord is een doel gesteld van 3 tot 4 GW elektrolysecapaciteit in 2030. Er is echter pas één definitief investeringsbesluit gemaakt voor substantiële elektrolysecapaciteit in Nederland en in het afgelopen jaar zijn veel investeringsbeslissingen uitgesteld. Nederland lijkt niet op schema om het doel te halen.

De oorzaken zijn complex. Er moeten grote investeringen gedaan worden in aanbod, vraag en infrastructuur, en die investeringen zijn zowel van elkaar afhankelijk als van beleid. Een weinig belicht obstakel voor investeringen in elektrolyzers is het ontbreken van een transparante waterstofmarkt.

De huidige waterstofmarkt is zeer rudimentair, en nog enkel voor grijze waterstof. Het grootste deel van de gebruikte waterstof wordt door de bedrijven zelf geproduceerd uit aardgas, en de handel die er is loopt via bilaterale contracten. Omdat de grijze waterstof naar behoefte – veelal in basislast - wordt geproduceerd is er tot nu toe nog geen behoefte geweest aan een meer transparante markt. Die behoefte is er wel voor groene waterstofproductie en –afname, door de variabiliteit aan de productiekant. Hoewel de eerste elektrolyseprojecten een regionaal karakter hebben, zal een mogelijke waterstofmarkt al gauw een nationaal of internationaal karakter krijgen door de aanleg van de waterstofbackbone.

Dit rapport verkent aan de hand van interviewresultaten:

- (1) de barrières voor investeringen in groene waterstofproductie en –afname, en
- (2) de huidige ontwikkeling in het realiseren van een waterstofmarkt en de vervolgstappen.

De eerste investeringen voor groene waterstof zullen in elektrolysecapaciteit zijn. De

opgewekte groene waterstof kan dan grijze waterstof vervangen door de productie daarvan in wisselende mate te reduceren. De volumes groene waterstof die zo opgevangen kunnen worden in industriële processen passen bij de huidige staat van ontwikkelingen. Pas later zullen er investeringen komen voor nieuwe waterstofafname.

De ontwikkeling van een transparante waterstofmarkt wordt nu beperkt door een gebrek aan deelnemers. Bij de eerste deelnemers zal de handel van groene waterstof (bijna) volledig gaan via bilaterale contracten, net als nu het geval is bij grijze waterstof. De producten op een beurs zullen in eerste instantie ondersteunend zijn aan die bilaterale contracten.

In de huidige fase is het afsluiten van bilaterale contracten een vereiste voor investeringen in elektrolyzers, en daarmee de eerste stap voor de doorontwikkeling naar een transparante waterstofmarkt.

Het overheersende beeld uit een twaalfstal stakeholder-interviews is dat er voor de eerste investeringen en het afsluiten van bilaterale contracten voor groene waterstof nog veel hordes genomen moeten worden. Dat gaat om:

- De hoge **kostprijs** van groene waterstofproductie, die nog niet overeenkomt met de waarde voor de eindgebruiker. Daardoor blijft een onrendabele top over.
- Onduidelijkheid over **beleid**, voornamelijk hoe Europese regelgeving zich vertaalt in Nederlandse afnameverplichtingen voor groene waterstof.
- **Waterstof-infrastructuur** is nog in een vroeg stadium van ontwikkeling, er zijn weinig definitieve investeringsbesluiten genomen, en er is beperkt vertrouwen in tijdige ontwikkeling van de benodigde transport- en opslaginfrastructuur.

Samenvatting (2/2)

De toekomstige deelnemers aan een waterstofmarkt zijn hoofdzakelijk producenten en afnemers, met daarnaast rollen voor opslag, import en (tussen)handelaren.

Voor het afsluiten van bilaterale contracten is een obstakel dat de contractuele behoeftes van producenten en afnemers vaak niet overeen komen: producenten willen doorgaans langetermijn contracten voor zekerheid in de business case, en afnemers willen vaak kortere-termijn contracten om de relatie tussen de prijs van waterstof en het eindproduct te behouden, en om mee te kunnen bewegen met een markt die volop in ontwikkeling is. Er is daarom behoefte aan een tussenpartij die bilaterale contracten met verschillende termijnen kan afsluiten. Zolang er een grote onrendabele top is van waterstof zal die partij gesubsidieerd moeten worden. Een goed voorbeeld hiervan is H2Global, dat langjarige (import)contracten afsluit met producenten, dan de waterstof in kortere-termijn contracten doorverkoopt, en het verschil in prijs dekt door subsidies.

Er wordt verwacht dat zo'n soort initiatief gestandaardiseerde producten vraagt of aanbiedt voor bilaterale contracten. Er zal ook gauw behoefte ontstaan aan fysieke producten voor spot of balancering om de fysieke aflevering, voortkomend uit bilaterale contracten, te ondersteunen. Die zouden dan op een beurs aangeboden worden. Er wordt door onder andere EEX en HyXchange onderzoek gedaan naar welke standaardproducten behoefte is. Gebaseerd op de producten kunnen ook de contracten, een referentieprij, en de veilingmechanismen ontwikkeld worden.

Naast deze marktstructuur moeten ook de processtandaarden voor transport, de IT-infrastructuur en de wet- en regelgeving rondom transport en handel gerealiseerd worden. Die verantwoordelijkheden liggen hoofdzakelijk bij Hynetwork, de netbeheerder van het waterstofnetwerk, en het Ministerie van EZK. Hoewel aan de meeste van deze zaken nog gewerkt wordt is er bij de deelnemers van de markt geen

indicatie dat dit een belemmering vormt bij het maken van investeringen, of dat de ontwikkelingen niet overeenkomen met hun behoeftes.

De eerste bilaterale contracten zijn financiële producten. Er is in Nederland nog geen sprake van andere financiële of fysieke handel in groene waterstof. Er wordt hard gewerkt aan de methodologie voor certificering van groene waterstof en hoe die certificaten verhandeld kunnen worden. Dat zal uiteindelijk vastgelegd worden in de Union Database van de Europese Unie.

De belangrijkste aanbevelingen zijn:

1. Verken wat er nodig is voor een gecoördineerde en stapsgewijze opschaling van groene waterstof-productie en –import, en wat daar de juiste subsidie-instrumenten voor zijn.
2. Initieer een proces om bilaterale contracten mogelijk te maken. Onderdeel van het initiatief is een onderzoek naar de kansen die verschillende partijen kunnen bieden. Invest-NL kan het verkennende onderzoek leiden.
3. Start een verkenning om de waarde van groene waterstof bij de eindafnemer in een keten – waar de meerkosten laag zijn ten opzichte van de consumentenprijs - in kaart te brengen.
4. Zorg dat partijen voldoende duidelijkheid hebben in de ontwikkeling van beleid en infrastructuur om hun investeringsbeslissingen op te kunnen baseren.
5. Verken met het Ministerie van EZK, Gasunie, en ontwikkelaars van beursplatformen en standaardproducten wat het ideale uitloppad is voor het aanbieden van standaardproducten en een beurs, en hoe de partijen elkaar daarin kunnen ondersteunen.

Inhoudsopgave

1. Inleiding

- Aanleiding van het onderzoek
- Over het onderzoek en de onderzoeksvragen

2. Barrières bij het nemen van investeringsbesluiten

- Barrières op kostprijs, beleid en infrastructuur moeten overbrugd worden om investeringsbesluiten te kunnen nemen
- Kostprijs: de huidige kostprijs is hoog en groene waterstof heeft een beperkte waarde bij de eindgebruiker
- Beleid: subsidies voor groene waterstof-projecten hebben nog niet geleid tot investeringsbesluiten
- Beleid: implementatie van afnamebeleid van groene waterstof in de industrie geeft nog veel onzekerheid
- Beleid: er is meer duidelijkheid bij stimulering van afname van groene waterstof in de transportsector
- Infrastructuur: er is te weinig zekerheid over aansluitingen op het transportnetwerk per regio

3. De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

- Marktontwikkelingen moeten leiden tot volume- en prijstransparantie
- Componenten in de blauwdruk samengevat
- Bilaterale contracten komen moeizaam tot stand
- Er zijn verschillende partijen die door de aard van hun bedrijf bij kunnen dragen om de markt op gang te krijgen
- Er zijn al verschillende initiatieven die de behoefte aan standaardproducten verkennen
- Er kunnen al gauw veilingen komen waar de onrendabele top wordt gesubsidieerd
- Governance en IT infrastructuur kunnen voor een deel al ontwikkeld worden
- Wanneer groene waterstof fysiek geleverd wordt zal gauw behoefte ontstaan aan balancerings- of spot producten
- Terugkoppeling op de blauwdruk

4. Discussie

- Groene waterstof is essentieel voor een kosteneffectieve energietransitie, maar nu nog te duur voor afnemers
- Er zijn kansen om de onrendabele top te verminderen en te overbruggen
- Beleid en infrastructuur moeten investeringen mogelijk maken
- Marktstructuur, IT-infrastructuur en regelgeving moeten klaar zijn om snelle doorontwikkeling van de waterstofmarkt te faciliteren

5. Conclusies en aanbevelingen

- De grootste barrières voor investeringen in groene waterstof relateren aan kostprijs, beleid en infrastructuur
- De ontwikkeling van een markt vraagt om een gecoördineerde stapsgewijze opbouw van vraag en aanbod, gesynchroniseerd met beleid en infrastructuur
- Aanbevelingen richten zich op een gecoördineerde opschaling van groene waterstof en het mogelijk maken van handel

6. Bronnen en begrippenlijst

- Bronnenlijst
- Begrippenlijst

INVESTNL



1

Inleiding

Inleiding

Aanleiding van het onderzoek

De noodzaak van waterstof in een hernieuwbaar energiesysteem

De energietransitie vereist een verbouwing van ons gehele energiesysteem; vanaf 2050 zal daarin nauwelijks plaats meer zijn voor fossiele bronnen zoals olie en aardgas. Wel zal er een aanzienlijke behoefte blijven bestaan aan gasvormige en/of vloeibare energiebronnen, naast elektriciteit. Doordat waterstof met nul of lage emissies opgewekt kan worden én relatief goed getransporteerd en opgeslagen kan worden, lijkt er een grote rol voor waterstof als energiedrager weggelegd.

Hierbij kan waterstof 'blauw' zijn, waarbij de CO₂ wordt afgevangen bij de productie uit aardgas, of 'groen', uit hernieuwbare elektriciteit in elektrolyzers. Groen wordt ook wel hernieuwbare waterstof genoemd, en blauw emissiearm. Groene en blauwe waterstof zijn fysiek hetzelfde product, met als verschil de productiemethode.

Het grote voordeel van groene waterstof is dat het flexibel opgewekt kan worden met duurzame elektriciteit. Zo speelt het een essentiële rol in het ontsluiten van grote hoeveelheden duurzame elektriciteit, en het brengen van elektrische flexibiliteit; beide van belang voor een succesvolle energietransitie.

In het Klimaatakkoord is het streefdoel gezet van 3 tot 4 GW elektrolysecapaciteit in 2030. De investeringen komen echter nog nauwelijks van de grond, en Nederland lijkt niet op schema om het streefdoel te halen: er is pas één definitief investeringsbesluit genomen voor substantiële elektrolysecapaciteit (door Shell, [1]) en het afgelopen jaar zijn verscheidene investeringsbeslissingen uitgesteld.

Obstakels bij het maken van investeringen in groene waterstofprojecten

De oorzaak van het gebrek aan investeringen in elektrolyzers is complex. Er moeten grote investeringen gedaan worden in aanbod, vraag en infrastructuur, en die investeringen zijn zowel van elkaar afhankelijk als van beleid.

Een weinig belicht obstakel voor investeringen in elektrolyzers is het ontbreken van een transparante waterstofmarkt.

In het huidige energiesysteem wordt ongeveer 180 PJ (50 TWh) grijze waterstof gebruikt op jaarbasis [2], opgewekt uit aardgas of als bijproduct in industriële processen. In een systeem met enkel grijze waterstof is er (nagenoeg) geen behoefte aan een liquide markt, omdat zowel vraag als productie redelijk constant zijn en de productie op locatie is. Pas wanneer de waterstof variabel wordt opgewekt ontstaat de behoefte aan een markt waar waterstof verhandeld kan worden, door een mismatch in vraag en aanbod die via een markt afgehandeld kan worden. Die behoefte ontstaat zowel aan de vraag- en aanbodkant.

De handel op een waterstofmarkt wordt beperkt door de mate van verbondenheid middels pijpleidingen. Hoewel de eerste elektrolyseprojecten een regionaal karakter hebben, zal een mogelijke waterstofmarkt gauw een nationaal of internationaal karakter krijgen door de aanleg van de waterstofbackbone. Er wordt verwacht dat de grote industriële clusters in Nederland al vóór 2030 met elkaar verbonden zullen zijn.

De hypothese die als aanleiding diende voor dit onderzoek is dat het ontbreken van een transparante waterstofmarkt een obstakel vormt voor het maken van investeringen in groene waterstofprojecten.

Inleiding

Over het onderzoek en de onderzoeksvragen

Invest-NL heeft een onderzoek in twee fases uitgezet om een beter beeld te krijgen van de waterstofontwikkelingen en de factoren die investeringsbesluiten belemmeren.

In de eerste fase heeft Porteg een blauwdruk ontwikkeld waarin de benodigde componenten van een waterstofmarkt zijn geïdentificeerd, en in volgorde van ontwikkeling achter elkaar zijn gezet [3].

In de tweede fase heeft Common Futures 12 stakeholders geïnterviewd: het Ministerie van EZK, ACM, Ørsted, RWE, Air Liquide, Yara, Tata Steel, Gasunie, Firan, Hyxchange, Vopak en EEX. Bij hen is gepeild hoe de barrière rondom het ontbreken van een waterstofmarkt zich verhoudt tot andere barrières bij het investeren in groene waterstofproductie. De focus ligt op grote waterstofprojecten. Daarnaast is gepeild wat de huidige activiteiten en initiatieven zijn die bijdragen aan de (door)ontwikkeling van een waterstofmarkt.

Dit rapport is het eindproduct van het werk van Common Futures, gebaseerd op de inzichten van de geïnterviewden.

De twee hoofdvragen die beantwoord worden zijn:

Wat zijn de barrières in het vrijmaken en opschalen van investeringen voor groene waterstofproductie en –afname?

Wat zijn de huidige ontwikkelingen die bijdragen aan de totstandkoming van een transparante waterstofmarkt in Nederland, en wat zijn de vervolgstappen?

Met vraag 2 is de blauwdruk getoetst, specifiek toegespitst op investeringen in groene waterstof.

Leeswijzer

In hoofdstuk twee worden de barrières voor investeringen beschreven, gerelateerd aan onderzoeksvraag #1. In hoofdstuk drie worden de huidige ontwikkelingen van een waterstofmarkt die relevant zijn voor groene waterstof beschreven, gerelateerd aan onderzoeksvraag #2. Hoofdstuk drie volgt in grote lijnen het beoogde uitrolpad van een waterstofmarkt zoals beschreven in de blauwdruk. Als handvat geven we in hoofdstuk drie aan de linkerkant van de pagina's aan welk(e) element(en) van de blauwdruk die pagina behandelt.

In hoofdstuk vier staan de discussies en aanbevelingen van Common Futures. In hoofdstuk vijf staan de conclusies van het onderzoek, waarin elk van de onderzoeksvragen bondig worden beantwoord. Dit hoofdstuk eindigt met een vijftal aanbevelingen. Tot slot volgen een begrippenlijst en een bronnenlijst.

INVESTNL



2

Barrières bij het nemen van investeringsbesluiten

Barrières bij het nemen van investeringsbesluiten

Barrières op kostprijs, beleid en infrastructuur moeten overbrugd worden om investeringsbesluiten te kunnen nemen

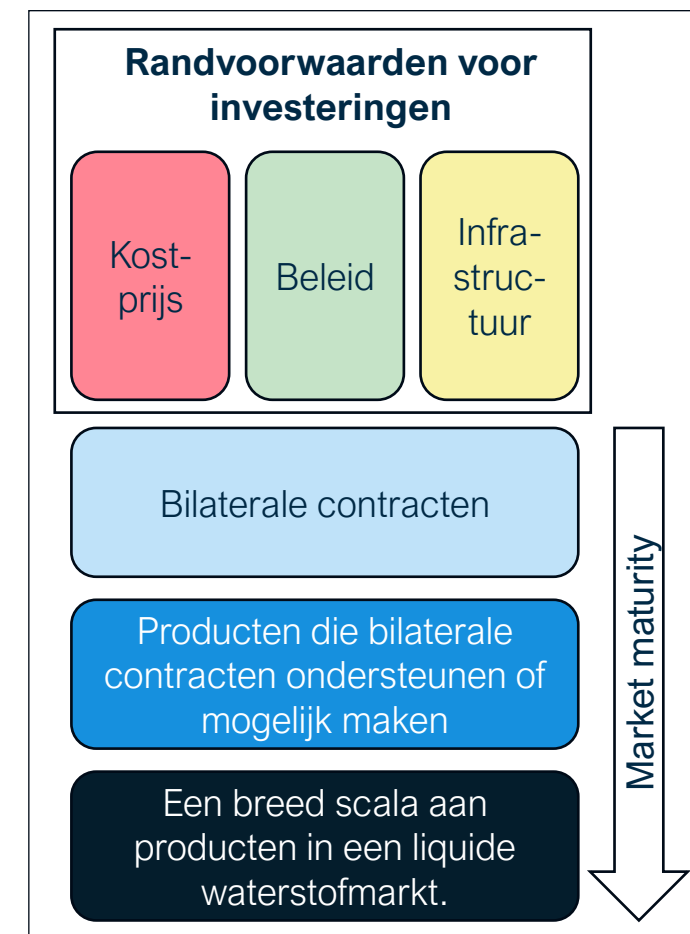
Common Futures heeft gesproken met 12 relevante partijen. Het overheersende beeld uit deze interviews is dat er voor de eerste investeringen en afnamecontracten voor groene waterstof nog veel hordes te nemen zijn. Dat gaat om de hoge kostprijs, onduidelijkheden in het overheidsbeleid en trage uitrol van infrastructuur. Dit is onderschreven in een brief van Nederlandse haven- en industrieclusters aan het Ministerie van EZK, van 22 maart 2024 [4].

De eerste investeringen in groene waterstof hebben betrekking op productie, omdat er al veel potentiële afnemers zijn die hun grijze waterstof zouden kunnen vervangen. Voor die investeringen is het hebben van afnamecontracten een vereiste, om zekerheid te geven dat de geproduceerde waterstof wordt afgenomen. Na een investeringsbesluit kost het minimaal drie jaar om een 100+ MW elektrolyser te realiseren, dus op z'n vroegst kan er vanaf 2027 geleverd worden.

Als producent en afnemer verschillende partijen zijn, zijn de afnamecontracten bilateraal. Ze kunnen pas afgesloten worden als er aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan, uitgebreider toegelicht op de volgende pagina's:

- **Kostprijs:** De prijs en de waarde moeten overeenkomen. Nu ligt de productiekostprijs daarvoor nog veel te hoog.
- **Beleid:** Zolang groene waterstof duurder is dan andere verduurzamingsopties zal de vraag gedreven worden door verplichte afname. Er moet zekerheid zijn hoeveel groene waterstof er verplicht afgenomen moet worden en door welke partijen.
- **Infrastructuur:** Handelende partijen moeten met elkaar verbonden zijn, en moeten weten hoeveel opslag beschikbaar is.

Er is een reële kans dat een groot deel van de waterstofhandel via bilaterale contracten zal plaatsvinden, net als bij de gasmarkt. Dat hoeft niet via een marktplaats te verlopen. Deze eerste bilaterale contracten vormen bouwstenen voor een waterstofmarkt die ervoor zorgen dat de eerste grote volumes uitgewisseld worden, maar nog zonder volume- en prijstransparantie. Van daaruit kan de markt doorgroeien. Naar verwachting zal dat eerst gebeuren door producten op een marktplaats aan te bieden die zorgen dat het aantrekkelijker of toegankelijker wordt om bilaterale contracten af te sluiten, bijvoorbeeld voor balancering. Daarnaast kunnen – mogelijk met subsidies – bilaterale contracten onder aantrekkelijke voorwaarden afgesloten worden om te zorgen dat ze aansluiten bij de behoeftes van opwekkers en afnemers. Dit wordt uitgebreider toegelicht in hoofdstuk 3. Pas later kunnen er investeringen gedaan worden die het grootste deel van hun volume verhandelen met producten op een markt.



Barrières bij het nemen van investeringsbesluiten

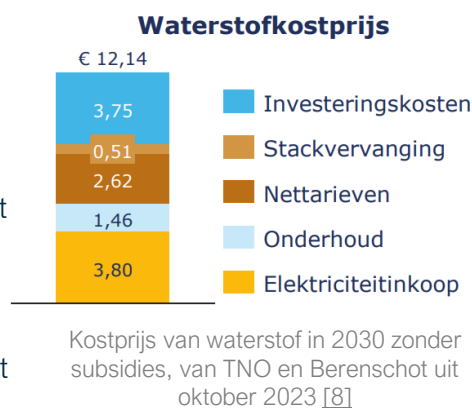
Kostprijs: de huidige kostprijs is hoog en groene waterstof heeft een beperkte waarde bij de eindgebruiker

De productiekosten van groene waterstof liggen veel hoger dan wat partijen bereid zijn om er voor te betalen. Dit verschil, ookwel de onrendabele top genoemd, is een groot obstakel bij het investeren in elektrolyzers en het afsluiten van bilaterale contracten, en de onderliggende noodzaak voor beleid rondom afnameverplichtingen en subsidies.

Op het moment zijn de productiekosten voor groene waterstof nog veel hoger dan alternatieven met vergelijkbare broeikasuitstoot, en de baten nog zeer beperkt. In interviews wordt gesproken van ca. €1,75/kg (€52,5/MWh) grijze waterstof inclusief ETS prijs, en meer dan €12/kg voor groene waterstof uit Nederland. Blauwe waterstof is iets duurder dan grijze waterstof, maar een stuk goedkoper dan groene waterstof. Blauwe waterstof zal ongeveer even duur zijn als grijze waterstof wanneer de CCS prijs en de ETS prijs elkaar kruisen. De ETS prijs ligt op ongeveer €65/tonCO₂ [5] en de CCS prijs in Porthos op €80/tonCO₂ inclusief capture en transport [6].

De productiekosten voor groene waterstof in Nederland zijn relatief hoog ten opzichte van buurlanden [7]. Dit verschil komt voornamelijk doordat de elektrische aansluitkosten in België, Duitsland en Frankrijk gesubsidieerd worden en in Nederland niet. Dat gaat om circa €2/kg. Dat maakt het voor Nederlands projecten moeilijk om internationaal te concurreren. Daarnaast zorgen hoge kapitaal- en stroomkosten in elk land voor hoge productiekosten. De verwachte kostprijs is het afgelopen jaar flink gestegen, o.a. door hogere kapitaalkosten.

Ontwikkeling van een waterstofmarkt in Nederland



Wat afnemers bereid zijn om te betalen voor hun waterstof wordt mede bepaald door de meerwaarde van het eindproduct door het gebruik van groene waterstof, in plaats van een fossiel alternatief. In de markt zien we dat dat er is voor sommige producten, bijvoorbeeld groen staal voor de auto-industrie [9], maar nog in zeer beperkte mate bij andere producten. Daarmee is beperkte vraag naar groene waterstof ook een ketenprobleem.

Een voorbeeld uit de interviews komt van kunstmestproductie waar groene waterstof grote impact kan hebben op de productieprijs. Kunstmest is een internationaal verhandeld product, en er is tot dusver geen of een zeer beperkte vraag naar duurzaam geproduceerde kunstmest. Aan de andere kant is kunstmest voor boeren ongeveer 10 – 15% van hun productiekosten. Overgaan op duurzame kunstmest kost enkele honderden euro's per hectare. Als dat doorberekend zou worden naar de opbrengst van groente, fruit of granen zouden die enkele centen per kilo duurder worden om te produceren, en nog minder als je verder in de keten gaat, zoals voor een brood. Dit is tot nu toe nog niet gebeurd. De biologische voedselsector is een keten waar duurzame productie wel wordt verwaard en waar lessen uit getrokken kunnen worden. Eén van de uitdagingen hier is dat ketens lang zijn, maar dat ze elkaar nagenoeg niet kennen. Voortbouwend op bovenstaand voorbeeld kent een kunstmestproducent de afnemers van kunstmest, maar niet de boeren, de voedselverwerkers en winkels.

Tot slot moeten afnemers ook betalen voor het waterstoftransportnetwerk, bovenop de prijs voor de waterstof. Ze geven aan dat dit een obstakel vormt om over te gaan op groene waterstof. De aansluiting moeten ze zelf financieren, en ze verwachten een beperkt aantal uren gebruik te maken van de infrastructuur, met variabele kosten gebaseerd op aangesloten capaciteit.

Barrières bij het nemen van investeringsbesluiten

Beleid: subsidies voor groene waterstof-projecten hebben nog niet geleid tot investeringsbesluiten

Er zijn verschillende subsidies voor groene waterstofprojecten. De bedragen zijn nog niet voldoende gebleken voor definitieve investeringsbesluiten in Nederland voor grote elektrolyzers na Holland Hydrogen One van Shell. Een aantal belangrijke subsidie instrumenten zijn:

OWE: Opschaling volledig hernieuwbare waterstofproductie via elektrolyse (OWE). De eerste ronde heeft €250 miljoen subsidie verleend voor 101 MW aan projecten van 0,5 – 50 MW [10]. Deze zomer opent de tweede OWE-ronde, met de hoogste subsidie-intensiteit voor de kapitaalkosten, die tot 80% gedekt kunnen worden, en zonder de maximum capaciteit van 50 MW. Sommige partijen verwachten dat dit voldoende zou moeten zijn voor een positieve business case. Geschat wordt dat het OWE subsidiebedrag van bijna €1 miljard dekkend is voor circa 500 MW elektrolyzers.

IPCEI (Important Projects of Common European Interest): In Nederland zijn 8 elektrolyseprojecten [11] die IPCEI-status van de EU hebben gekregen; dit biedt lidstaten de mogelijkheid om die projecten te subsidiëren tot een bepaald Europees bepaald maximum. Nederland heeft daar €783 miljoen voor toegekend aan 7 projecten.

EU Innovation Fund: Europees kunnen waterstofprojecten gesubsidieerd worden uit het EU Innovation Fund, dat gefinancierd wordt uit opbrengsten van het EU Emission Trading System (ETS). Uit dat fonds kunnen investeringen in innovatieve technologieën gefinancierd worden die bijdragen aan het verminderen van CO₂-uitstoot. In een vorige ronde uit juli 2023 zijn zes elektrolyseprojecten geselecteerd, en zeven projecten voor investeringen bij het gebruik van waterstof, voor totaal €1,2 miljard [12]. In de meest recente ronde, die sloot op 9 april 2024, is €2.4 miljard beschikbaar voor “general decarbonation”, waar waarschijnlijk ook waterstofprojecten onder kunnen vallen.

European Hydrogen Bank: een financieringsinstrument van de EU met een vast subsidie-bedrag per kg geproduceerde waterstof. In de eerste veiling van november 2023 was €800 miljoen beschikbaar voor subsidies tot €4.50/kg, onder de voorwaarde dat de projecten binnen 5 jaar operationeel zijn. Uiteindelijk zijn 7 projecten geselecteerd uit Finland, Spanje, Portugal en Noorwegen, waarschijnlijk met productiekosten onder de €6/kg, en een subsidiebedrag van €0,48/kg. Nederlandse projecten die meeboden waren gemiddeld €9,80/kg [13]. In de volgende ronde wordt het maximumbedrag verlaagd naar €3,50/kg en moeten de projecten binnen 3 jaar operationeel zijn.

H2Global: Een stichting die 10-jaar contracten afsluit met leveranciers van groene waterstof en die vervolgens in kortere-termijn contracten doorverkoopt aan afnemers. Het verschil in prijs wordt gedekt door H2Global. Dit instrument is gebaseerd op contracts for difference en gefocust op imports [14]. In totaal is er in Europa €4,73 miljard euro voor beschikbaar gesteld. De Nederlandse overheid heeft €300 miljoen beschikbaar gesteld voor een internationale aanbesteding waar ook Duitsland €300 miljoen inlegt. De groene waterstof wordt ingekocht op de wereldmarkt en lokaal afgenomen [15]. Doordat de focus op import ligt kunnen Nederlandse elektrolyseprojecten er niet op inschrijven. De waterstof zou vanaf 2027 beschikbaar moeten zijn.

Een uitgebreider overzicht van de beschikbare subsidie instrumenten, waaronder ook SDE++, is gepubliceerd door het Nationaal Waterstof Programma [16].

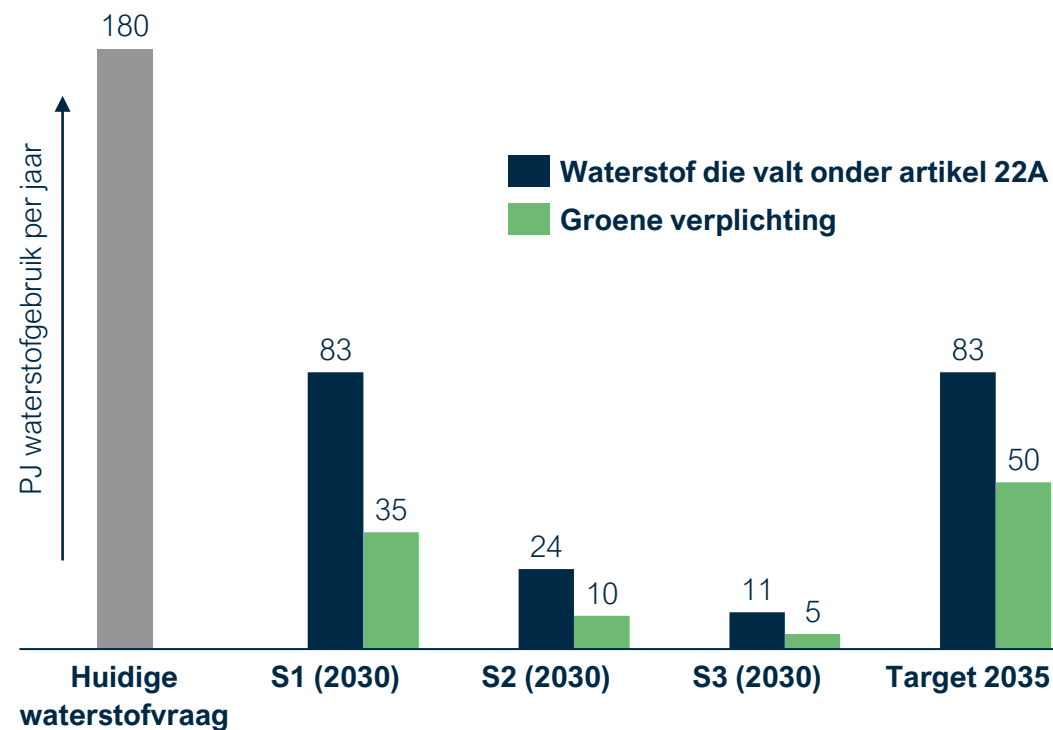
De mogelijkheden om subsidies te combineren verschilt per subsidie. Zo kan Innovation Fund subsidie gecombineerd worden met andere vormen van subsidies, waarbij geldt dat EU Innovation Fund grants niet gelden als 'state aid'. Voor IPCEI projecten geldt dat subsidies kunnen stapelen, maar tot een maximum bedrag.

Barrières bij het nemen van investeringsbesluiten

Beleid: implementatie van afnamebeleid van groene waterstof in de industrie geeft nog veel onzekerheid

Bindend beleid om de afname van groene waterstof te verplichten komt uit de herziene Europese Renewable Energy Directive (RED III). Deze is definitief sinds november 2023, en landen hebben tot mei 2025 om deze in nationale wetgeving op te nemen [17]. Bedrijven willen zich pas aan groene waterstof committeren als ze zeker weten dat ze moeten afnemen. Afnameverwachtingen in 2030 variëren voor Nederland tussen 9,5 PJ en 40 PJ, waar circa 1-4 GW elektrolysecapaciteit voor nodig is. Daarvan komt tussen de 5 en 35 PJ uit de industriële vraag. Beleid voor industrie staat in artikel 22A:

42% van alle waterstof gebruikt in de industrie moet bestaan uit hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBO's) in 2030 en 60% in 2035, met een uitzondering voor de productie van transportbrandstoffen en waterstof als bij-product. Van de 180 PJ huidig gebruik van grijze waterstof [18] blijft er 83 PJ (23 TWh) over die onder dit artikel valt, volgens inschattingen van CE-Delft [19]. Implementatie is aan Nederland, op lidstaatniveau en niet op bedrijfsniveau. Het Ministerie van EZK stelt voor om op bedrijfsniveau 24% groene waterstof in 2030 verplicht te stellen. De overige 18% moet dan op een andere manier ingevuld worden. Wanneer van toepassing op alle huidige waterstofconsumenten gaat dit om circa 35 PJ groene waterstof per jaar (9,7 TWh) in 2030. Het lijkt er echter op dat ammoniak-import uitgesloten is van de verplichting en dat ook ammoniakproductie in de EU onder bepaalde omstandigheden uitgesloten kan worden [20]. Dat zou de totale vraag naar groene waterstof in de industrie terug kunnen brengen tot 10 PJ. Als alle ammoniak en methanol voor kunstmestproductie geïmporteerd wordt kan de vraag zelfs tot 5 PJ teruglopen. Ook bleek uit de interviews dat artikel 22A een obstakel vormt voor investeringen in nieuwe waterstofafname, omdat dan direct (dure) groene waterstof ingezet moet worden, en het proces niet volledig op (goedkopere) blauwe waterstof kan draaien in de eerste jaren.



Drie scenario's die de onzekerheid over de groene industriële waterstofvraag in Nederland in 2030 schetsen.
 S1: 42% van de waterstof die onder RED III, 22A valt moet groen zijn.
 S2: ammoniak-productie valt niet onder de verplichting van artikel 22A.
 S3: alle ammoniak en methanol voor kunstmestproductie wordt geïmporteerd.
 Gebaseerd op data van CE Delft [19].

Barrières bij het nemen van investeringsbesluiten

Beleid: er is meer duidelijkheid bij stimulering van afname van groene waterstof in de transportsector

De transportsector heeft voor afname verplichtingen voor groene waterstof eigen regelgeving. Geschat wordt dat dit in Nederland tot minimaal 4,5 PJ groene waterstofvraag leidt in 2030. Door extra financiële prikkels, voortkomend uit beleid, kan die vraag hoger worden. Bindend beleid komt uit artikel 25 uit de RED III:

Vanaf 2030 moet in de transportsector ten minste 5,5% van de energieconsumptie van advanced biofuels of RFNBO's komen, waarvan tenminste 1% van RFNBO's.

Daarbovenop moet 16,5% van de energieconsumptie voor transport van hernieuwbare elektriciteit, non-food biofuels of RFNBO's komen [21].

RFNBO's tellen dubbel mee in de verplichtingen in de transportsector. Daarbovenop wordt de energie-inhoud met een factor 1,2 vermenigvuldigd wanneer ingezet voor de lucht- en scheepvaart. CE Delft schat in dat dit in Nederland zorgt voor een minimale inzet van 4,5 PJ groene waterstof in 2030 [19], die kan oplopen als groene waterstof ook wordt ingezet bij verplichtingen waar zelf de hernieuwbare energiedrager gekozen kan worden voor compliance.

In deze sector is tot nu toe het enige grote investeringsbesluit genomen voor groene waterstofproductie door Shell, met een 200 MW elektrolyser in Holland Hydrogen One in de port of Rotterdam.

Naast bindend beleid is er ook een belangrijke maatregel die stuurt op een financiële prikkel voor de inzet van groene waterstof, namelijk **de raffinageroute volgend uit artikel RED II**: een regeling in de Wet Milieubeheer die moet zorgen dat groene waterstof die in raffinaderijen wordt gebruikt voor het maken van transportbrandstoffen meetelt voor hernieuwbare verplichtingen in de transportsector. Dit zou een financiële prikkel geven aan de transportsector die er in andere sectoren (nog) niet is. In buurlanden is deze route al van toepassing. In Nederland wordt medio 2024 het wetsvoorstel aan de tweede kamer gestuurd. In 2025 zal de route worden opengesteld [22]. Dat is dan implementatie onder RED III.

De raffinagesector wordt in Nederland beschouwd als de belangrijkste potentiële afnemer van groene waterstof op korte termijn. Eén geïnterviewde partij gaf aan dat hun investeringsbeslissingen zijn stukgelopen door het ontbreken van deze wetgeving.

Barrières bij het nemen van investeringsbesluiten

Infrastructuur: er is te weinig zekerheid over aansluitingen op het transportnetwerk per regio

Verbonden zijn met afnemers via het waterstoftransportnetwerk is een vereiste voor investeringen in elektrolyzers en het afsluiten van afnamecontracten.

De transportinfrastructuur voor waterstof wordt ontwikkeld door Hynetwork (HN), een dochteronderneming van Gasunie. De figuur rechts geeft het nu beoogde uitrolpad weer, met in blauw de tracés die tussen 2025 – 2027 worden gerealiseerd, in rood 2028 – 2029, en in groen vanaf 2030. Voor een aantral traces is dit een langzamer uitrolpad ten opzichte van de plannen van 2022, met als belangrijkste uitstel het tracé Zeeland - Rotterdam - Amsterdam, en de IJsselmeerverbinding, die allemaal gepland stonden voor realisatie in de periode 2025 – 2026 [23].

Ook heeft Gasunie nog niet voor alle tracés investeringsbesluiten genomen. Tot nu toe is dat alleen gedaan voor het Rotterdamse netwerk, en in 2024 verwachten ze dat te doen voor de tracés Noord-Nederland en Zuidwest-Nederland [24]. Belangrijke redenen voor latere uitrol zijn verlengd gebruik van de IJsselmeer-leiding door de Russische aanval op Oekraïne, en moeite bij het verkrijgen van vergunningen voor nieuwe pijpleidingen. De vertragingen en het gebrek aan gegarandeerde aansluiting geven onvoldoende zekerheid aan partijen dat ze op tijd aangesloten zijn. De fysieke koppeling is extra belangrijk voor groene waterstof, omdat dat een vereiste is voor de overdracht van groene waterstof certificaten.

Ook opslag- en importinfrastructuur zijn van belang voor een waterstofmarkt voor het balanceren van vraag en aanbod. Voor opslag werkt Gasunie aan 4-5 zoutcavernes onder de Zuidwending, met een totale capaciteit van circa 1 TWh na 2030 [25]. In 2028 staat het eerste proefproject voor waterstofopslag in zoutcavernes gepland [26]. Sommige partijen geven aan dat de flexibiliteit van de geplande opslag te weinig is voor goede balancering van groene waterstof.

Voor import wordt naast Europese pijplijn-import uitgegaan van import van waterstofderivaten per schip. Import in de vorm van ammoniak wordt het vaakst genoemd. Ook alternatieven, zoals met duurzame waterstof geproduceerde e-methaan via LNG terminals worden genoemd. Voor de import zijn terminals, opslag en (mogelijk) ammoniak krakers nodig. Een interviewee benadrukte dat deze investeringen alleen gemaakt kunnen worden als de hele keten de investeringen maakt, en de keten de investeringen pas maakt bij zekerheid van gebruik van de infrastructuur – wat er nog niet is. Daarnaast zijn vergunningen voor ammoniak-opslag en transport moeilijk te verkrijgen door veiligheidsrisico's.



Gebaseerd op HN-kaarten uit juli 2023. Blauw 2025 – 2027, rood 2028 – 2029, groen 2030 en later [27]

INVESTNL



3

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Marktontwikkelingen moeten leiden tot volume- en prijstransparantie

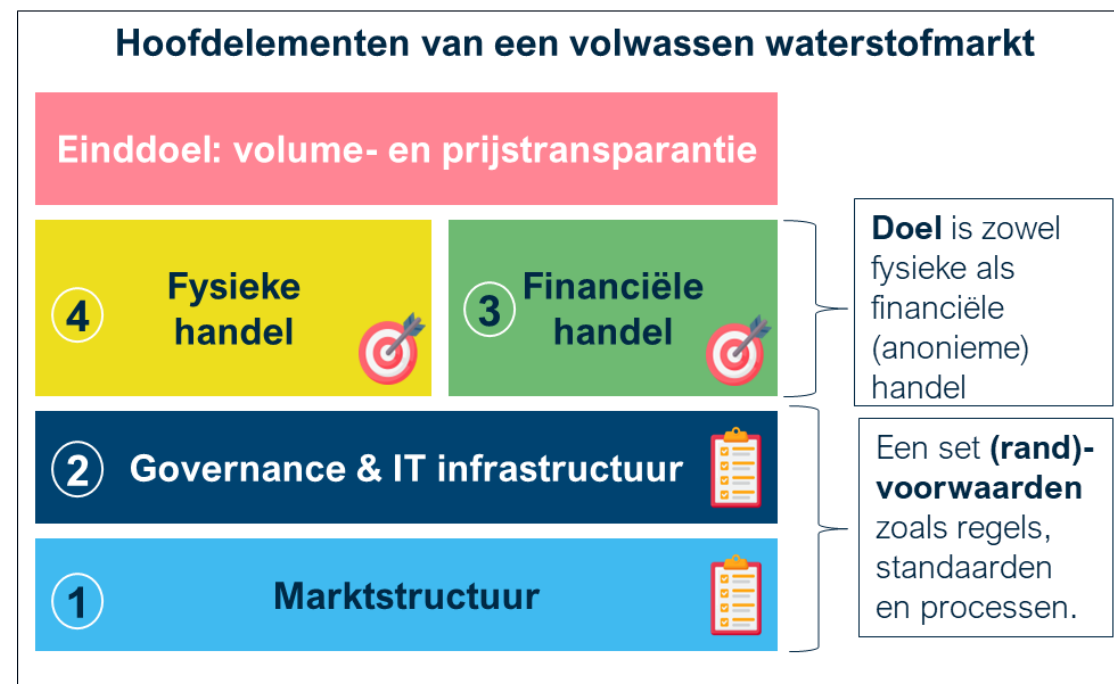
Dit hoofdstuk gaat over de (door)ontwikkeling van een waterstofmarkt. Invest-NL heeft een blauwdruk laten maken van hoofdelementen waar een transparante waterstofmarkt aan moet voldoen, en de voorziene volgorde van de totstandkoming van die componenten. In een volwassen markt kan waterstof verhandeld worden als product, indien gewenst gekoppeld aan een certificaat dat onderscheid maakt naar productiewijze, en is er transparantie wat betreft verhandelde volumes en prijs. Op de volgende pagina's behandelen we de componenten die hierin een rol spelen. Verdieping is te vinden in de publicatie [3].

De marktstructuur geeft aan welke deelnemers betrokken zijn, welke producten verhandeld worden, en onder welke afspraken. Een volledige marktstructuur is een voorwaarde voor financieel en fysiek handelsverkeer "op het scherm" en resulteert in een beurs met verhandelbare producten.


Governance en IT infrastructuur zijn de (juridische) regels en IT-processen ter ondersteuning van marktoperaties.

Financiële handel gaat over termijnen. Doel is om op de lange termijn zo goed mogelijk posities af te dekken. Dit zorgt voor beheersing van risico's, en investerings-informatie. De financiële handel kan een indicatie geven van prijsontwikkeling. Hier kunnen ook certificaten onder vallen.

Fysieke handel is korte termijn handel tot aan de aflevering van waterstof.



De volgende slides detailleren de componenten van ieder van de elementen, samengevat door Common Futures



Geïnterviewden verwachten dat voor de ontwikkeling van de beurs, producten, regelgeving en IT-infrastructuur van een waterstofmarkt veelal de aardgasmarkt als startpunt genomen kan worden. Een verschil is dat er bij de totstandkoming van de gasmarkt veel aanbod, veel opslag en weinig vraag was, terwijl er bij waterstof nu nog weinig aanbod, weinig opslag en een beperkte vraag is.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Componenten in de blauwdruk samengevat: Marktstructuur en Governance & IT Infrastructuur

Elementen	Componenten	Toelichting
1. Marktstructuur	Deelnemers	Deelnemers nemen deel aan de markt doordat zij vraag en/of aanbod creëren met een daarbij behorende prijs. Dit kunnen consumenten en producenten zijn, en ook partijen die waterstof opslaan, importeren of verhandelen. De markt heeft ook "niet-handelende deelnemers" zoals regulators en investeerders. Partijen kunnen ook meerdere rollen opnemen als een aggregator, en daardoor synergieën creëren.
	Standaardproducten	Gestandaardiseerd product voor een bepaalde hoeveelheid van een bepaalde commodity met gestandaardiseerde specificaties en afgesproken overdrachtspunten (TTF). Eventueel ook met gestandaardiseerde transportkosten. Standaardproducten kunnen verschillen in termijn, locatie en tijd van transactie en aflevering (spot of future). Er is een wisselwerking met processen en operationele standaarden (2a) om de specificaties van de verhandelde waterstof te definiëren.
	Standaardcontracten	Generieke, of door de handelsmarkt gedefinieerde overeenkomst tussen koper en verkoper. Dit kan ook een voorbeeldcontract zijn dat dient als startpunt voor bilaterale contracten – aan te passen door de gebruikers zelf.
	Index of referentieprijs	Een benchmark voor de prijs van waterstof en mogelijk certificaten. Idealiter gebaseerd op transacties.
	Veiling	Gestandaardiseerd proces om vraag en aanbod bij elkaar te brengen en om op basis van de prijs tot transacties te komen.
	Orderboek	Elektronische lijst van koop- en verkooporders voor een specifiek goed of commodity, gesorteerd per prijsniveau. Orders zijn gebaseerd op gestandaardiseerde (tradable) contracten. Het orderboek geeft inzicht in hoe goed de markt functioneert, en maakt de markt transparanter.
2. Governance en IT-Infrastructuur	Processen en operationele standaarden	Set aan algemene wetten, regels, processen en afspraken die noodzakelijk zijn binnen een handelsmarkt om de operationele processen te ondersteunen. Dit gaat o.a. om boekhouding, zuiverheid en afrekening.
	(Handels)regels en regelgeving	Set aan algemene wetten, regels, processen en afspraken die noodzakelijk zijn binnen een handelsmarkt om financiële transacties te ondersteunen.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Componenten in de blauwdruk samengevat: Governance & IT Infrastructuur, financiële en fysieke handel

Elementen	Componenten	Toelichting
2. Governance en IT infrastructuur	Net-uniformiteit	Uniforme fysieke waterstof-infrastructuur. Biedt gelijkheid van deelnemers ten aanzien van toegang. In Nederland zal het nationale waterstofnetwerk (de <i>backbone</i>) de standaard zetten.
	IT-infrastructuur	IT-infrastructuur en -processen die gerelateerd zijn aan marktprocessen. Uitwisseling van berichten tussen stakeholders om te zorgen dat de fysieke markt in balans is, zoals bijvoorbeeld in de balanceringsmarkten voor elektriciteit, en het op basis daarvan activeren van gereserveerd vermogen.
3. Financiële handel	Certificaten	Voor Garanties van Oorsprong en Proof of Sustainability.
	Financiële producten	Koop en verkoop van langetermijncontracten. Termijnproducten zijn vaak minimaal 1 jaar en kunnen financieel of fysiek settelen (dat de koper betaalt en de verkoper het eigendom overdraagt). Een termijnmarkt bestaat in alle volwassen markten om posities af te dekken of om investeringsbeslissingen te faciliteren.
4. Fysieke handel	TSO / DSO	Beheerders van een landelijk transportnetwerk (Transmission System Operator) of regionaal distributienetwerk (Distribution System Operator), waarvan taken en verantwoordelijkheden vaak wettelijk zijn vastgelegd.
	Kortetermijn balancering	Alle regels en activiteiten gericht om een portfolio of een fysiek netwerk te balanceren. Dit gaat om het afstemmen van afname en invoeding binnen een tijdseenheid, vaak vandaag en morgen.
	Fysieke & spotmarkten	Handel in kortetermijnproducten. Vaak day-ahead of op de dag zelf, uiteindelijk leidend tot aflevering.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Bilaterale contracten komen moeizaam tot stand

De marktstructuur geeft aan welke deelnemers betrokken zijn, welke producten verhandeld worden, en onder welke afspraken. Zoals beschreven in hoofdstuk 2 zal de marktstructuur in eerste instantie moeten ondersteunen dat groene waterstof verhandeld kan worden, omdat er (nog) geen behoefte is aan handel in grijze en blauwe waterstof doordat de productieprocessen geïntegreerd zijn met de consumptie.

Geïnterviewden geven aan dat de eerste handelende **deelnemers** waterstof zullen verhandelen via bilaterale contracten, zoals toegelicht in hoofdstuk 2. Daar is nog geen beurs voor nodig. Onder de huidige omstandigheden - met nog weinig deelnemers - zijn er barrières die het afsluiten van bilaterale contracten tussen producenten en afnemers in de weg kunnen zitten. De belangrijkste zijn:

- 1. Termijn:** Bilaterale contracten relevant voor investeringsbesluiten zijn meerjarig. Niet elke afnemer kan of wil zo'n contract afsluiten. In gesprekken met partijen blijkt dat opwekkers het liefst zulke lang mogelijke contracten hebben (10+ jaar), terwijl afnemers zich liever aan kortere contracten willen committeren, of zelfs het liefst spot handelen omdat hun eindproducten ook grotendeels spot worden verhandeld, wat betekent dat hun transacties resulteren in directe levering.
- 2. Gebrek aan flexibiliteit om vraagpatronen te kunnen volgen:** Zolang er nog geen grootschalige opslag is zijn de contracten voor groene waterstof enkel toegankelijk voor partijen die daarmee een deel van hun (lokale) grijze of blauwe waterstofproductie vervangen. De variabiliteit in de groene opwek kan dan worden opgevangen door de eigen waterstofproductie uit aardgas op of af te schalen. Financieel is dit alleen haalbaar als groene waterstof goedkoper is dan de marginale productiekosten van grijze (inclusief de prijs voor CO₂) of blauwe waterstof, wat nu niet het geval is.

- 3. Risico's op non-compliance:** In bilaterale contracten zijn partijen afhankelijk van elkaar. Als iets anders verloopt dan voorzien, zoals het niet leveren van waterstof, kan dat grote consequenties hebben voor het bedrijfsproces van de andere partij.
- 4. Toegankelijkheid:** Door gebrek aan prijs- en volumetransparantie kan het afsluiten van een contract lange onderhandelingen vergen en weinig toegankelijk zijn voor kleinere spelers die waterstof willen produceren of afnemen.

Om van de eerste bilaterale contracten door te groeien naar een transparante markt is het belangrijk dat er meer deelnemers waterstof verhandelen. Het kan lastig zijn om partijen te betrekken die geen bilaterale contracten kunnen of willen dragen.

Dat kan gedaan worden door producten op een beurs aan te bieden, wat later wordt behandeld in dit hoofdstuk, of door deelnemers in de markt te hebben die de markt op gang kunnen helpen. Dat gaat om partijen die grote volumes waterstof opvangen wanneer daar behoefte aan is, aanbieden wanneer daar behoefte aan is, of beiden. Wanneer beide gecombineerd worden met een actieve inzet om de markt te laten groeien spreken we van een marktmaker, die zo liquiditeit creëert. Voor de gasmarkt was Gasterra de marktmaker. De huidige CEO Annie Krist verwacht dat voor de voor de ontwikkeling van een markt voor duurzame gassen weer een marktmaker nodig is [28]. De behoefte aan een marktmaker is meerdere malen benoemd in de interviews.

Op de volgende pagina staan voorbeelden van deelnemers in de markt die de markt op gang kunnen helpen, genoemd door de geïnterviewden. Een groot deel van die voorbeelden gaat over het afnemen van waterstof – bovenop afnameverplichtingen uit RED III beleid. Zolang er een onrendabele top is zullen subsidies nodig zijn om die partijen te betrekken.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Er zijn verschillende partijen die door de aard van hun bedrijf bij kunnen dragen om de markt op gang te krijgen

Huidige gebruikers van grijze waterstof

Uit interviews blijkt dat de meeste bedrijven die nu van waterstof worden voorzien uit lokale SMR's of ATR's relatief makkelijk een deel groene waterstof kunnen invoegen tot ongeveer 20% van de capaciteit. Hoeveel hangt af van de integratie tussen waterstof-fabriek en industrie, en de op- en afschakelsnelheid van de SMR's en ATR's. Dit worden dan **gebruikers van mengsels van grijze (of blauwe) en groene waterstof**. Hiervoor kunnen ze volumes groene waterstof flexibel opkopen en doorverkopen. Van de 50 TWh huidige waterstofproductie in Nederland komt 21,5 TWh uit *dedicated* waterstofproductie [29]. Daarvoor is circa 2.500 MW SMR/ATR (productie)capaciteit nodig. Als 20% daarvan vervangen wordt door elektrolyse met 70% efficiëntie kan de industrie circa **700 MW elektrolysecapaciteit technisch opvangen**.

Trader

Dit is een partij die een positie inneemt en verwacht daar aan te verdienen. Zo'n partij kan veel kleine contracten bundelen in een grotere aanbod of vraag; dan gaat het om een aggregator die slim inkoopt en verkoopt voor portfolio-optimalisatie. Doorgaans heeft een aggregator zelf ook een portfolio van opwek en/of vraag.

Opslag-operator

Een partij die opslagcapaciteit reserveert voor het opvangen en weer doorverkopen van waterstof. Die capaciteit zou ook aan een trader kunnen worden verhuurd. De eerste (ondergrondse) waterstofopslagen zullen waarschijnlijk door Gasunie en EBN ontwikkeld worden. Marktpartijen zouden deze moeten gaan bedrijven.

Dual-fuel toepassingen die aardgas of waterstof kunnen inzetten

Er zijn processen die zowel op een fossiele brandstof als op waterstof kunnen draaien. In het huidige Nederlandse energiesysteem is dat Tata Steel dat al flinke volumes in haar huidige proces kan inzetten. Wanneer de geplande overstap naar het Direct Reduction of Iron (DRI) proces gemaakt wordt kan de nieuwe fabriek gevoed worden met grote volumes methaan of waterstof of een mengsel daarvan. Ook variaties in het mengsel zijn in principe mogelijk, waardoor – gegeven de benodigde hoeveelheden – een grote flexibele afnemer van waterstof zou ontstaan. Potentieel kunnen zo meerdere GW elektrolyse flexibel opgevangen worden.

Rond 2035 moet ook de regelbare elektriciteitsproductie CO₂-vrij zijn; gedacht wordt hiervoor aan (blauwe) waterstof, maar ook hier kan een variërende mix van methaan, groene en blauwe waterstof worden ingezet.

Tweezijdige veiling

Een platform dat optreedt als mediator tussen aanbod en vraag. Een goed voorbeeld hiervan is H2Global, dat 10-jaar contracten afsluit met leveranciers van groene waterstof, die vervolgens in kortere termijn contracten doorverkoop aan afnemers, en het verschil in prijs dekt met subsidies. Prijszetting gaat via veilingen. H2Global is een voorbeeld van een marktmaker die de onrendabele top dekt. Ook zonder onrendabele top kan een marktmaker een belangrijke rol spelen door bereid te zijn volumes op te kopen en te verkopen. Een marktmaker hoeft zelf geen fysiek volume op te kunnen vangen. Door de veiling worden vraag en aanbod verbonden.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Er zijn al verschillende initiatieven die de behoefte aan standaardproducten verkennen

Het initiatief voor de ontwikkeling van standaardproducten, standaardcontracten, indexprijzen, veilingen en orderboeken ligt bij de markt – in die zin dat het niet is gereguleerd. Daarnaast kunnen er ook overheidsinitiatieven zijn, zoals H2Global. Idealiter resulteert een goede marktstructuur in een grensoverschrijdende markt, waarin ook met buitenlandse aanbieders en afnemers gehandeld kan worden.

Iedere gestandaardiseerde vorm van handel heeft **standaardproducten**. Dat kan gaan via een beurs, maar ook in een veiling zoals H2Global. Hier bespreken we eerst initiatieven uit de markt, zonder subsidies. Op de volgende pagina worden initiatieven met subsidie-instrumenten besproken.

Welke **standaardproducten** ontwikkeld worden op een beurs hangt af van de behoefte van de marktpartijen. Voor specificaties van waterstof als verhandelbaar product zal hoogstwaarschijnlijk de standaard gebruikt worden die ook voor het HN network zal gelden. Dit wordt uitgebreider besproken in de sectie over Governance en IT-infrastructuur.

De standaardproducten kunnen gestandaardiseerde bilaterale contracten zijn, maar ook financiële of fysieke producten.

Hoewel de ontwikkeling van de eerste standaardproducten op een beurs zich nog in een vroeg stadium bevindt, geven deelnemers aan al gauw behoefte te hebben aan balanceringsproducten en spotproducten, ter ondersteuning van de bilaterale contracten. De spotproducten zijn interessant voor bedrijven die een deel van hun eigen eindproduct op een spotmarkt verkopen, zoals bijvoorbeeld het geval is voor

staal; zij kunnen zo een koppeling maken tussen de waterstofprijs en het eindproduct.

HyXchange en EEX werken aan de ontwikkeling van standaardproducten, en mogelijk ook andere partijen die niet geïnterviewd zijn, zoals ICE Endex.

HyXchange doet onderzoek en ontwikkeling in samenwerking met marktpartijen, waaronder een simulatie van een waterstof-spotmarkt in 2030. Hyxchange geeft aan dat het in 2026 standaardproducten klaar zou kunnen hebben. HyXchange zou geen nieuw beursplatform ontwikkelen, en wil de producten via een andere beurs aanbieden. HyXchange heeft de ambitie om de TTF voor de waterstofmarkt te worden (een virtueel overdrachtspunt waar het contractuele eigenaarschap wordt overgedragen).

EEX werkt aan standaardproducten door te leren van afgesloten bilaterale contracten. Dat doen ze door een platform, H2EX, waar zij bilaterale handel van waterstof tussen partijen faciliteren, en dus ook inzicht krijgen in de verhandelde producten. Wat nu verhandeld wordt is vooral waterstof en derivaten die via trucks geleverd worden. H2EX moet uitgroeien tot de beurs voor waterstof van EEX. Waarschijnlijk zal H2Global van H2EX gebruikmaken voor hun eerste waterstofverkoop, mogelijk al in Q4 2024. EEX zou hun producten uiteindelijk op hun eigen beurs willen aanbieden.

Naast standaardproducten voor waterstof kunnen er ook standaardproducten komen in verwante markten, zoals voor ammoniak (als derivaat), capaciteit van ammoniakkrakers (die kunnen voorzien in flexibiliteit) en certificaten, waaronder de Proof of Sustainability voor groene waterstof.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Er kunnen al gauw veilingen komen waar de onrendabele top wordt gesubsidieerd

Pas als standaardproducten ontwikkeld zijn kan de rest van de marktstructuur ontwikkeld worden, omdat de marktstructuur daar op voortbouwt.

Bestaande **contracten** voor waterstof zijn in Nederland niet openbaar; ze worden gebaseerd op contracten uit de gasmarkt. Er kan al behoefte zijn aan een gestandaardiseerd contract waar bilaterale contracten op kunnen voortbouwen, maar dit is niet expliciet bevestigd door geïnterviewde partijen. De gestandaardiseerde contracten zullen ook nodig zijn om gestandaardiseerde producten aan te bieden wanneer die ontwikkeld zijn.

Zowel door HyXchange als EEX wordt een **referentieprijs** gepubliceerd.

HyXchange doet dat aan de hand van historische marginale productiekosten voor groene waterstof op basis van werkelijke spotmarktprijzen voor elektriciteit, onder de naam HYCLICX.

EEX berekent en publiceert sinds mei 2023 het gemiddelde van de gerealiseerde prijzen van verhandelde waterstof als HYDRIX. Deze zijn afkomstig van partijen die wekelijks actief rapporteren aan EEX over hun gerealiseerde waterstofprijzen. Momenteel weerspiegelt HYDRIX de prijzen voor groene waterstof in Duitsland. De opzet is echter flexibel, zodat ze dezelfde dienst kunnen aanbieden voor Nederland of andere marktgebieden. Omdat HYDRIX afhankelijk is van prijsrapportage door marktdeelnemers, is het aanbod afhankelijk van de steun van marktpartijen. EEX heeft aangegeven HYDRIX ook beschikbaar te willen maken voor de Nederlandse markt, maar meldt dat de barrière ligt in het in contact komen met de juiste marktpartijen en beleidsmakers.

Hoe daarna handel wordt afgehandeld in **veilingen en orderbooks** op een beurs, wordt door de geïnterviewden vooral als een technisch detail beschouwd; het is de verantwoordelijkheid van de beursoperator. Daarvoor is het vooral belangrijk om een kritische massa van handelende partijen te krijgen om op de beurs om een orderboek te vullen. Zeven handelende partijen wordt door één van de geïnterviewden als drempelwaarde beschouwd.

Dat geïnterviewden nog weinig bezig zijn met de marktstructuur die nodig is voor een beurs is begrijpelijk. Geïnterviewde partijen geven aan dat het nog lang kan duren voor er een beurs komt met gestandaardiseerde producten – omdat de markt er nog niet klaar voor is. Veilingen waar de onrendabele top door subsidies wordt gedekt kunnen al eerder plaatsvinden. Ook voor die veilingen zullen er (waarschijnlijk) gestandaardiseerde producten, contracten en veilingmechanismen komen. Voor deze veilingen zou het nu al prioriteit moeten zijn om de juiste standaarden te definiëren in publiek-private samenwerkingen. Echter, doordat er nog zulke grote barrières zijn bij het maken van investeringen, zoals beschreven in hoofdstuk 2, lijkt de prioriteit hier nu niet te liggen.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Governance en IT infrastructuur kunnen voor een deel al ontwikkeld worden

Ontwikkeling en handhaving van governance en IT infrastructuur, de (juridische) regels en IT-processen ter ondersteuning van marktoperaties, wordt gedaan door de netbeheerders, de overheid en voor een deel ook door de exchanges zelf. De ontwikkeling van de governance en IT infrastructuur kan dus (deels) parallel verlopen aan de ontwikkeling van de marktstructuur. Geïnterviewde marktdeelnemers zijn neutraal over de ontwikkelingen van governance en IT infrastructuur, en zien het vooral als speelbord dat slim ontworpen moet worden. Momenteel zien we de volgende ontwikkelingen:

Belangrijk zijn de **operationele standaarden** van het HN netwerk. In Europa heerst de wens om een uniform waterstofnetwerk te realiseren. Omdat Nederland een koploper is in de ontwikkeling van het waterstofnetwerk wordt er met extra belangstelling naar de overwegingen en keuzes van Nederland gekeken. Kritisch hierin is de zuiverheid van waterstof. Na marktconsultatie lijkt er consensus te zijn over minimaal 99,5 mol% invoeding en afname op het HN netwerk, maar er is nog geen definitief besluit genomen door het Ministerie van EZK. Dit zal ook als standaard opgenomen worden in de standaardproducten die getransporteerd worden op het HN-netwerk.

Een hoge zuiverheid is belangrijk wanneer waterstof als grondstof wordt gebruikt of in brandstofcellen, en minder van belang bij waterstof in verbrandingsinstallaties [30].

Het leveren van een hoge zuiverheid kan voor sommige waterstofbronnen een (financiële) uitdaging zijn. Zo heeft een geïnterviewde aangegeven dat bij het terugkraken van geïmporteerde waterstof uit ammoniak de investering ongeveer verdubbelt als er wordt uitgegaan van 99,5 mol% ten opzichte van 95 mol%. Die partij

voorziet daarom dat waterstof met verschillende zuiverheden zal worden verhandeld, en dat daar ook verschillende transport- of distributienetwerken voor kunnen komen, vergelijkbaar met de oliesector.

Dit relateert direct aan **net-uniformiteit**. Het is vastgesteld dat Hynetwork de netbeheerder wordt van het net op land en daar haar standaarden hanteert die door het Ministerie van EZK vastgesteld gaan worden. Iedere partij kan aangesloten worden, maar moet zelf zijn aansluitkosten betalen. Een partij die verder van het HN netwerk ligt zal dus hogere kosten hebben. Mogelijk zullen er ook DSO netten op aangesloten worden. Parallel aan het HN netwerk mogen partijen private netwerken opereren, die niet gekoppeld zijn aan het HN netwerk, zoals het bestaande Air Liquide netwerk.

Regelgeving voor het handelen op exchanges is een thema waar geïnterviewden nog niet veel over konden zeggen, waarschijnlijk doordat het afhankelijk is van ontwikkelingen van een beurs en operationele standaarden. **Regelgeving** om waterstof hernieuwbaar (groen) te noemen is Europees en wordt in een delegated act van de Renewable Energy Directive beschreven [31]. De delegated act waarin low-carbon (waaronder 'blauwe') waterstof wordt gedefinieerd moet nog worden gepubliceerd. In het *Hydrogen and decarbonised gas market package* worden de regels over opslag en tariefregulering beschreven. De juridische tekst is 21 Mei 2024 gepubliceerd. Na publicatie heeft het Ministerie van EZK twee jaar de tijd voor implementatie. Voorzien wordt dat ACM vanaf 2031 haar toezichhoudende rol gaat oppakken.

Voor **IT-Infrastructuur** wordt verwacht dat dit gebaseerd zal worden op bestaande IT-infrastructuur voor gas. Gasunie heeft aangegeven hier mee bezig te zijn.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Wanneer groene waterstof fysiek geleverd wordt zal gauw behoefte ontstaan aan balancerings- of spot producten

Op een markt kunnen financiële en fysieke handel naast elkaar bestaan, al moet alle financiële handel uiteindelijk wel resulteren in het leveren en afnemen van waterstof.

Beoogd voordeel van de mogelijkheid tot **financiële handel in waterstof** is dat er een markt ontstaat in waterstof die in de toekomst geleverd wordt, middels futures contracten. Zo ontstaat er een prijsvorming, wat houvast kan bieden bij investeringen. Geïnterviewden geven aan dat financiële handel op de beurs zeker onderdeel zal zijn van een transparante markt, maar dat de eerste producten op een beurs waarschijnlijk niet gericht zijn op futures, maar op balancerings- of spot – ter ondersteuning van de bilaterale contracten.

Naast waterstof als product is ook de oorsprong van de waterstof verhandelbaar middels **certificaten**; of het blauw of groen is. Dit is een los product. Voor groene waterstof is in de Renewable Energy Directive bepaald dat de hernieuwbare claim alleen gedaan kan worden door *Proof of Sustainability* (PoS) via massabalansen. Dat betekent dat er een infrastructurele koppeling moet zijn, en dat de waterstof en de PoS mogelijk samen als één product verkocht zouden worden. De wijze waarop de PoS van groene waterstof door de keten gaat zal gefaciliteerd worden door de Union Database. Daar wordt nu aan gewerkt. Daar is ook een certificerende partij bij betrokken.

Om de fysieke handel mogelijk te maken zal de netbeheerder moeten faciliteren dat de waterstof van leverancier naar afnemer gebracht kan worden, en spelregels voor gebruikers vaststellen om te voorkomen dat het systeem vastloopt als een partij niet kan leveren of afnemen. Het valt onder de taken van Gasunie om de processen voor aflevering en balancerings- of spot te ontwikkelen en uit te voeren.

Voor balancerings- of spot zullen er regels komen voor de marges waarbinnen partijen mogen afwijken van wat ze gecontracteerd hebben met Hynetwork. Die regels maken onderdeel uit van de transportvoorwaarden en gebruikers moeten binnen die regels opereren. Die marges zijn mede afhankelijk van fysieke toegang tot flexibiliteit, zoals linepacking en flexibiliteit van productie en opslag. Omdat er in het de eerste operationele jaren van het netwerk maar in zeer beperkte mate opslagcapaciteit beschikbaar is, zullen ook de marges klein zijn.

Het is nog wel te bezien hoe de netbeheerders om zullen gaan met het fysiek balanceren van het net en het borgen van transportzekerheid. Er is een mogelijkheid dat dit op een vergelijkbare manier zal gaan als nu gebeurt bij het aardgasnetwerk, maar het kan ook anders lopen. Daarnaast zal er in de beginjaren nog weinig beschikbaarheid van opslag zijn en zal maar een beperkt aantal partijen aangesloten zijn op het netwerk, wat de mogelijkheden voor balancerings- of spot beperkt.

Balancerings- of spot kan gaan via een markt, doordat partijen flexibel kunnen leveren of afnemen, of door gebruik te maken van gasopslag. Bij het balanceren kan een beursplatform een belangrijke rol spelen, zoals nu ook de ICE Endex voor verscheidene balanceringsproducten voor de gasmarkt wordt gebruikt. Partijen die flexibel waterstof kunnen opvangen of leveren, zoals beschreven op pagina 22, kunnen hier ook een belangrijke rol spelen.

Wanneer waterstof fysiek afgeleverd zal worden voorzien zowel Gasunie als andere marktdeelnemers dat er behoefte ontstaat aan producten die zich ook richten op het verbeteren van de fysieke handel, zoals spot en balancerings- of spot producten.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Terugkoppeling op de blauwdruk: de huidige ontwikkelingen in de marktstructuur

Elementen	Componenten	Status
1. Marktstructuur	Deelnemers	Zeer beperkt. De deelnemers zullen in eerste instantie groene waterstof verhandelen, omdat de opwek van blauwe en grijze waterstof doorgaans verbonden is aan de afname. Er zijn nu nog grote barrières voor het investeren in elektrolyseprojecten en het committeren aan afname van groene waterstof.
	Standaardproducten	Voor zover bekend zijn er nog geen standaardproducten, niet voor een bilaterale handel, noch voor een beurs. Aan standaardproducten op een beurs wordt gewerkt door o.a. HyXchange en EEX, en is markt gedreven. Ontwikkeling is in een beginstadium doordat nog in zeer beperkte hoeveelheid waterstof wordt verhandeld en dus nog niet voldoende bekend is aan welke producten behoefte is. Er zal gauw behoefte ontstaan aan gestandaardiseerde producten voor balancering en spot, ter ondersteuning van bilaterale handel. Daarnaast kunnen er ook gauw gestandaardiseerde producten ontstaan voor bilaterale contracten, zoals bijvoorbeeld bij H2Global die contracten met producten en afnemers afsluit – en het verschil in prijs dekt met subsidies.
	Standaardcontracten	In eerste instantie zullen de deelnemers de (groene) waterstof verhandelen via bilaterale contracten – al dan niet gestandaardiseerd. Gestandaardiseerde contracten zijn afhankelijk van de standaardproducten, en worden daarom pas ontwikkeld als die zijn ontwikkeld.
	Index of referentieprijs	Een simpele indexprijs is al beschikbaar van HyXchange en EEX. Met meer handel wordt die beter.
	Veiling	Voor aanbod van waterstof zal al binnenkort een veiling plaatsvinden met H2Global, die zich richt op imports. Het is goed mogelijk dat er ook al gauw veilingen plaats zullen vinden die zich óók richten op inkoop van groene waterstof in Nederland of Europa. Voor veilingen op een beurs heeft EEX de wens uitgesproken een beurs voor waterstof voor Nederland en buurlanden te ontwikkelen, voortbouwend op H2EX waar nu al bilateraal waterstof afgehandeld kan worden. De handelsmechanismen daarvoor zijn nog niet ontwikkeld, maar dat kan snel wanneer de behoefte er is, voortbouwend op de gasmarkt.
	Orderboek	Een orderboek zal onderdeel zijn van een beurs, maar hier wordt nog weinig aandacht aan besteed.

De ontwikkelingen naar een transparante waterstofmarkt

Terugkoppeling op de blauwdruk: de huidige ontwikkelingen op Governance & IT infrastructuur, en financiële en fysieke handel

Elementen	Componenten	Status
2. Governance en IT-Infrastructuur	Processen en operationele standaarden	Voor proces-standaarden op de Hynetwork backbone heeft Gasunie het uitgangspunt van 99.5 mol% zuiverheid, dat nog definitief door het Ministerie van EZK moet worden bevestigd. We zien dat de zuiverheid niet bij de wensen van elke partij aansluit, wat kan leiden tot private netten met eigen operationele standaarden. Op die netten zouden dus ook andere producten verhandeld worden dan op het HN-netwerk.
	(Handels)regels en regelgeving	Europees met nationale implementatie. ACM verwacht vanaf 2031 haar toezichhoudende rol te gaan oppakken.
	Net-uniformiteit	Hynetwork wordt de netbeheerder van het net op land. Ontwikkeling van DSO netten is nog in een zeer vroege fase.
	IT-infrastructuur	Gebaseerd op bestaande IT-infrastructuur voor de gasmarkt. Gasunie geeft aan hiermee bezig te zijn.
3. Financiële handel	Certificaten	Zal voor RED-compliant groene waterstof gaan via Proof of Sustainability (PoS) en massabalansen. Hoe de PoS van groene waterstof door de keten gaat zal gefaciliteerd worden door de Union Database; daar wordt nu al aan gewerkt samen met een certificerende partij.
	Financiële producten	De eerste handel zal gaan via bilaterale contracten, wat ook financiële producten zijn.
4. Fysieke handel	TSO / DSO	Hynetwork zal de netbeheerder worden van het transportnet, en werkt aan de taken die daarbij horen.
	Kortetermijn balancering	Waarschijnlijk één van de eerste standaardproducten die ontwikkeld zal worden – ter ondersteuning van bilaterale contracten.
	Fysieke & spotmarkten	Waarschijnlijk zullen spotproducten in een vroege fase ontwikkeld worden.

INVESTNL



4

Discussie

Dit hoofdstuk reflecteert de visie van Common Futures, gebaseerd op de uitdagingen en de stand van ontwikkelingen die in de interviews genoemd zijn.

Discussie

Groene waterstof is essentieel voor een kosteneffectieve energietransitie, maar nu nog te duur voor afnemers

Er zijn nog veel barrières om de eerste contracten voor grootschalige groene waterstofproductie en -afname tot stand te brengen, terwijl het vanuit de klimaatdoelen urgent is dat dit snel op gang komt. Een snel en realistisch groeipad is noodzakelijk.

Het belang van elektrolyse

Het opschalen van elektrolysecapaciteit is niet alleen relevant om groene waterstof op te wekken voor de verduurzaming van industrieën die nu fossiele brandstoffen en grondstoffen inzetten, maar ook voor de energietransitie als geheel. Dat komt doordat de elektrolyzers ook een systeemfunctie vervullen.

Elektrolyzers kunnen gedurende het jaar pieken van zon en wind opvangen. Het enige echte alternatief (op grote schaal) is batterijen, die op een tijdschaal van meer dan een dag al snel erg duur worden. Wanneer die pieken niet opgevangen kunnen worden kan dit bijdragen aan het vollopen van het stroomnet, en de business case van zon en wind verzwakken – wat het minder aantrekkelijk maakt om extra duurzame opwek te installeren. Dat maakt het nagenoeg onmogelijk om klimaatdoelen te halen.

Opschaling van groene waterstof is dus essentieel om het energiesysteem kosteneffectief te decarboniseren, maar nu nog onaantrekkelijk vanuit een bedrijfsperspectief. Dit maakt het nodig om elektrolyzers te subsidiëren.

Het belang van een gecoördineerd groeipad

Om de beoogde elektrolysecapaciteit van 3-4 GW in 2030 te behalen zijn grote elektrolyseprojecten nodig. Naast de uitdaging van de relatief hoge kosten, is het de vraag of het systeem de snelle opschaling aankan, en de technologie er klaar voor is.

Technisch lijkt het aanbod van groene waterstof uit de eerste elektrolyseprojecten goed opgevangen te kunnen worden in fabrieken waar nu grijze waterstof wordt ingezet, of bij Tata Steel wanneer daar het hoogovenproces vervangen wordt door direct-gereduceerd ijzer (DRI) technologie. Flexibiliteit (waarbij geschift wordt tussen groene en grijze waterstof) en hybridisering (waarbij gewisseld wordt tussen aardgas en waterstof) aan de vraagkant op deze schaal is echter nog nooit getest. Hetzelfde geldt voor het bedrijven van een grote elektrolyser.

Bepaalde ervaring in het ontwikkelen en opereren van waterstofprojecten aan zowel vraag- als aanbodkant maakt partijen terughoudend om te investeren in 100+ MW projecten. Kleinere projecten kunnen vertrouwen geven in de technische haalbaarheid van een (flexibel) grootschalig systeem. Daarvoor is een gecoördineerde aanpak nodig waarbij vraag, aanbod en flex bij elkaar worden gebracht in industrie- of havenclusters.

Daarna is een gefaseerde opschaling nodig, waarin het elektrolysevermogen in stappen wordt opgeschaald, met het oog op verhoging van de betrouwbaarheid en verlaging van de kosten. Hiervoor is een goede monitoring vereist; de daarvoor benodigde transparantie kan als eis verbonden worden aan de in te zetten overheidssubsidie. Doel zou bijvoorbeeld kunnen zijn een halvering van de investeringskosten gedurende de opschaling van 2024 tot 2030.

De stimulering van de vraag moet, o.a. door fasering in de implementatie van de eisen uit RED III, gelijke tred houden met de schaalstappen aan de aanbodzijde inclusief import. Juist de grote afnemers die gebonden zullen zijn aan de eisen uit RED III kunnen ook flexibel zijn in het opnemen van wisselende hoeveelheden groene waterstof.

Discussie

Er zijn kansen om de onrendabele top te verminderen en te overbruggen

Om snel de investeringen in elektrolysecapaciteit op te kunnen schalen, moeten eerst de juiste randvoorwaarden in het Nederlandse energiesysteem gecreëerd worden.

Producenten moeten winst kunnen maken op de verkoop van groene waterstof, en afnemers moeten het kunnen kopen voor een prijs die de waarde weerspiegelt. De onrendabele top is nu meerdere euro's per kg.

Zaak is eerst om dat verschil te minimaliseren door **de waarde van groene waterstof in de keten te verankeren**. Dat begint met een gesprek waarin alle betrokkenen in een waterstofketen samenkomen om tot oplossingen te komen. Bijvoorbeeld met kunstmestproducenten, boeren, voedselproducenten, winkels en consumenten. Zo kan geïdentificeerd worden of er waarde zit of gecreëerd kan worden bij de eindafnemer. Bij waardecreatie kan het zijn dat daar beleidsinstrumenten voor nodig zijn, zoals een label dat reflecteert dat de keten gebruik maakt van duurzame energie.

Vervolgens moet **de resterende onrendabele top worden gedekt**. Huidige subsidie-instrumenten hebben te weinig budget om 3 tot 4 GW elektrolysecapaciteit te faciliteren. Een extra uitdaging is dat Nederlandse groene waterstofprojecten een grotere onrendabele top hebben dan die in andere Europese landen (zoals gebleken bij de meest recente veiling van de European Hydrogen Bank), waardoor ze misgrijpen op een aantal Europese subsidies. Er zal dus meer geld beschikbaar gemaakt moeten worden, aansluitend bij de gefaseerde aanpak zoals beschreven op de vorige pagina.

Het afdekken van de onrendabele top zou idealiter verlopen via een **marktmaker**, waar volumes aan zowel de productie- als afnamekant worden geveild. Die gerealiseerde prijzen reflecteren namelijk de stand van de markt. Een marktmaker, een partij die grote volumes waterstof kan opvangen in zowel vraag als aanbod, is relevant voor zowel afname als productie van groene waterstof. Deze geeft zekerheid dat er een eerlijke prijs wordt betaald, matcht gewenste contract-termijnen aan zowel de vraag- als aanbodkant, maakt het toegankelijker om contracten af te sluiten omdat ze niet meer onderhevig zijn aan (intransparante) onderhandelingen, en creëert mogelijk flexibiliteit in het waterstofsysteem. H2Global is een goed initiatief met kenmerken van een marktmaker, maar gericht op import en zonder eigen flex-capaciteit. Door de sleutelrol van elektrolyzers in de energietransitie is het juist zaak dat er ook substantieel groene waterstof in Nederland wordt geproduceerd. Er is dringend onderzoek nodig naar de vereisten aan een marktmaker, welke partij(en) daaraan kunnen bijdragen en de technische invulling om optimaal te functioneren.

Elke manier om de kostprijs te verminderen, vermindert ook de subsidie-intensiteit, en vergroot de kans op Europese subsidies. Dit versnelt ook het pad naar Nederlands competitieve groene waterstof. Voor dit laatste punt is **een gelijk speelveld voor investeringen** op Europees niveau essentieel. TenneT's aansluitkosten voor elektrolyzers zijn in lijn met het Nederlandse beleid, maar hoger dan die in onze buurlanden die de nettarieven subsidiëren.

Discussie

Beleid en infrastructuur moeten investeringen mogelijk maken

Op het moment geven de ontwikkelingen op het gebied van infrastructuur en beleid rondom afnameverplichtingen te weinig impuls voor investeringen aan vraag- en aanbodzijde.

Transportinfrastructuur

Als Hynetwork haar netwerk ontwikkelt in een tempo dat overeenkomt met de huidige voorspellingen is dat voldoende om investeringen te faciliteren die bijdragen aan 3 tot 4 GW elektrolysecapaciteit in 2030. Een aantal geïnterviewde partijen gaf aan beperkt vertrouwen te hebben dat Hynetwork inderdaad in het beoogde tempo doorontwikkelt. De huidige prognose is voor een aantal cruciale tracés later dan in 2022 voorspeld werd. Voor zover bekend is pas één definitief investeringsbesluit genomen voor de ontwikkeling van het netwerk, in het Rotterdamse havengebied. Producenten en afnemers kunnen pas een contract sluiten bij zekerheid dat ze door infrastructuur verbonden zullen zijn, en ze kunnen pas een investeringsbesluit nemen wanneer het contract gesloten is. Het is daarom wenselijk dat er zo snel mogelijk investeringsbesluiten genomen worden voor het HN netwerk. Om te garanderen dat de Proof of Sustainability van groene waterstof ook verhandeld kan worden als projecten nog niet door waterstofleidingen verbonden zijn zou er een tijdelijke uitzondering kunnen komen.

Beleid op afnameverplichtingen

Implementatie van Europees beleid uit RED III voor een afnameverplichting van groene waterstof in Nederland geeft nog veel onduidelijkheden. We zien dat, zonder grote subsidies, partijen enkel groene waterstof af willen nemen bij verplichtingen. Afnemers zullen pas contracten sluiten wanneer ze zeker weten hoeveel ze moeten afnemen, of zeker weten dat ze de waterstof voor een prijs krijgen die voor hen de waarde reflecteert. Nederland heeft nog tot mei 2025 om de regelgeving uit RED III in nationaal beleid te verwerken. Als elektrolyserontwikkelaars tot mei 2025 wachten met het nemen van een definitief investeringsbesluit, zouden hun elektrolyzers pas vanaf circa 2029 operationeel kunnen zijn. Dat biedt te weinig tijd voor een leercurve om tot 3-4 GW capaciteit in 2030 te komen.

Versnelde duidelijkheid kan ook bijdragen aan versnelde investeringen. In eerste instantie moet er duidelijkheid komen over welke bedrijven hoeveel groene waterstof moeten afnemen in 2030 en 2035, en hoe het dan (mogelijk) resterende deel van de nationale verplichting (42% resp. 60% van de industriële vraag) ingevuld gaat worden. Dit laatste waarschijnlijk in combinatie met het beschikbaar maken van extra subsidies.

Discussie

Marktstructuur, IT-infrastructuur en regelgeving moeten klaar zijn om snelle doorontwikkeling van de waterstofmarkt te faciliteren

Hoewel de ontwikkeling van een transparante waterstofmarkt nu nog blijft steken bij het realiseren van voldoende deelnemers, kan de behoefte aan zo'n markt toenemen wanneer partijen klaar zijn om deel te nemen. Al op korte termijn kunnen er initiatieven ontstaan waarbij waterstof wordt geveild en de onrendabele top wordt gesubsidieerd. De aanwezigheid van een markt kan uiteindelijk partijen helpen toetreden voor wie bilaterale contracten niet aansluiten bij hun behoeftes. Er kan al veel gedaan worden om goed voorbereid in de startblokken te staan, en er wordt ook al veel gedaan.

Marktstructuur

De ontwikkeling van standaardproducten, standaardcontracten, en een beursplatform waar waterstof verhandeld kan worden wordt overgelaten aan de markt, maar er is slechts een handvol partijen die dat kan en wil doen. Zowel de standaardproducten als het beursplatform zijn nodig, al kunnen die door verschillende partijen ontwikkeld worden. Door het ontbreken van standaardproducten is er ook nog geen beurs.

De beurs kan dan óf producten aanbieden die HyXchange nu al ontwikkelt, of eigen ontwikkelde producten. In het tweede geval is het zaak dat de beurs-aanbieder inzicht kan krijgen in de behoeftes van deelnemers. Zo heeft EEX aangegeven graag Hydrix (de index) en H2EX (de beurs) ook voor Nederland aan te bieden, maar moeite te hebben om met relevante deelnemers en beleidsmakers in gesprek te komen, en idealiter inzicht te krijgen in afgehandelde transacties. Om de ontwikkeling van een beurs en de producten te stroomlijnen is het wenselijk om in een gesprek met relevante stakeholders te verkennen wat het ideale uitrolpad voor het aanbieden van waterstofproducten is, en hoe de partijen elkaar daarin kunnen ondersteunen.

Overige marktelementen

De overige marktelementen van een waterstofmarkt lijken zich in het juiste tempo te ontwikkelen. Hoewel de ontwikkeling van de waterstofmarkt anders is dan de gasmarkt, kan de gasmarkt wel als een startpunt dienen voor de ontwikkeling van de waterstofmarkt. Dit stelt partijen in staat om snel te schakelen, bijvoorbeeld voor IT-infrastructuur of het ontwikkelen van balanceringsproducten. De partijen die verantwoordelijk zijn voor de ontwikkeling van deze componenten moeten actief betrokken blijven bij de ontwikkeling van een waterstofmarkt en snel kunnen schakelen wanneer hun producten uitgerold moeten worden.

Relevant om te belichten is welke zuiverheidseisen aan getransporteerde waterstof gaan worden gesteld. 99,5 mol% lijkt voor de meeste partijen een logische keuze, maar er bestaat nog geen overeenstemming over met Duitsland. Ook dit percentage sluit niet volledig aan bij de behoeftes van alle partijen. Dit zou mogelijk kunnen leiden tot lokale pijpleidingen die verschillende zuiverheden aanbieden.

INVESTNL



**COMMON
FUTURES**

5

Conclusies en aanbevelingen

Conclusies en aanbevelingen

De grootste barrières voor investeringen in groene waterstof relateren aan kostprijs, beleid en infrastructuur

De eerste investeringen in groene waterstof zullen voornamelijk in productie zijn, gericht op het vervangen van grijze waterstof in de industrie. De investeringen komen echter nog nauwelijks van de grond, en Nederland lijkt niet op schema om het streefdoel van 3 tot 4 GW elektrolysecapaciteit in 2030 te halen. De urgentie om snel op te schakelen is hoog, maar vanuit een leerperspectief zou er eigenlijk meer tijd genomen moeten worden.

In dit rapport is geanalyseerd hoe investeringen in groene waterstof bevorderd kunnen worden, en wat daarbij de behoefte is aan een waterstofmarkt. Hier reflecteren we op door de twee onderzoeksvragen te beantwoorden:

1. Wat zijn de barrières in het vrijmaken en opschalen van investeringen voor groene waterstofproductie en -afname?

Voor de eerste investeringen is het noodzakelijk dat de juiste randvoorwaarden worden gecreëerd om bilaterale contracten mogelijk te maken. De grootste barrières zijn:

1. Groene waterstof heeft nu nog een hoge **kostprijs** en beperkte waarde bij de eindgebruiker. Subsidies om het verschil te overbruggen waren in het verleden niet toereikend, en lijken in de toekomst geschikt om enkele honderden MW's elektrolysecapaciteit te realiseren.

2. Onduidelijkheid over **afnameverplichtingen**. Implementatie van de Europese richtlijn RED III gebeurt op lidstaatniveau, en het is voor Nederland nog niet duidelijk hoeveel groene waterstof door welke bedrijven afgenomen moet worden. Inschattingen zijn tussen 9,5 PJ en 40 PJ per jaar, voldoende voor 1 - 4 GW elektrolyse vermogen. Afnemers willen zich nog niet committeren, wat investeringen in groene waterstof vertraagt.
3. Afwezigheid van transport- en opslag**infrastructuur** en gebrek aan vertrouwen in tijdige ontwikkeling daarvan. Zekerheid over de fysieke verbinding tussen vraag en aanbod is een harde conditie voor contracten en investeringen.

Conclusies en aanbevelingen

De ontwikkeling van een markt vraagt om een gecoördineerde stapsgewijze opbouw van vraag en aanbod, gesynchroniseerd met beleid en infrastructuur

2. Wat zijn de huidige ontwikkelingen die bijdragen aan de totstandkoming van een transparante waterstofmarkt in Nederland? En wat zijn de vervolgstappen?

De ontwikkeling van de marktstructuur blijft op dit moment hangen bij het deelnemersveld. Er zijn barrières om deel te nemen zoals beschreven op de vorige pagina, maar er zijn ook barrières bij het verbinden van producenten en consumenten. Een waterstofmarkt zal in eerste instantie bestaan uit bilaterale contracten voor groene waterstof. Er is een mismatch in behoeftes van aanbieders en afnemers, die respectievelijk langetermijn contracten willen om hun investering te dekken, en kortetermijn contracten om de relatie tussen productprijs en grondstofkosten te garanderen.

Om dat op te lossen kan een partij betrokken worden die bilaterale contracten afsluit met producenten en afnemers onder voorwaarden die aansluiten bij hun behoeftes. Zolang er verschil is tussen de kostprijs en wat de afnemer bereid is te betalen (de onrendabele top) zal deze partij gesubsidieerd moeten worden om die contracten tóch af te kunnen sluiten. Later zou deze mismatch ook met een breder scala aan gestandaardiseerde producten op een markt verholpen kunnen worden.

Een goed voorbeeld is H2Global dat tweezijdige veilingen organiseert om vraag en aanbod bij elkaar te brengen, en de onrendabele top subsidieert. Door dit soort gesubsidieerde veilingen kan er al snel een markt voor waterstof ontstaan, maar een beurs laat nog langer op zich wachten.

Er zijn al wel initiatieven om standaardproducten en een indexprijs te ontwikkelen. Voor beide zijn methodologieën ontwikkeld door HyXchange en EEX, die pas goed uitgevoerd kunnen worden bij een groter deelnemersveld. Pas als standaardproducten

Ontwikkeling van een waterstofmarkt in Nederland

ontwikkeld zijn kan de rest van de marktstructuur ontwikkeld worden en kunnen de producten aangeboden worden op een beurs. EEX heeft al wel een start gemaakt om die beurs te faciliteren met haar H2EX platform, dat vanaf eind 2024 al ingezet zal worden om contracten van H2Global te veilen voor de Duitse markt. Voor een vlotte ontwikkeling van een waterstofbeurs is de vervolgstap om een gesprek te faciliteren tussen EZK, Gasunie, en ontwikkelaars van beursplatformen en standaardproducten om te verkennen hoe ze elkaar kunnen ondersteunen.

Aan governance en IT-infrastructuur wordt gewerkt door EZK, Gasunie en ACM. De huidige ontwikkelingen rondom operationele standaarden, regelgeving, net-uniformiteit en IT-infrastructuur sluiten aan bij de behoeftes van de markt. Voor sommige zaken is het al mogelijk om ze te verankeren – zoals zekerheid rondom de zuiverheid van waterstof in het transportnetwerk. Dit kan helpen bij het ontwikkelen van de marktstructuur.

De eerste bilaterale contracten zijn financiële producten. Er is in Nederland nog geen sprake van andere financiële of fysieke handel in groene waterstof. Er wordt hard gewerkt aan de methodologie voor certificering van groene waterstof en hoe de certificaten verhandeld kunnen worden. Dat zal uiteindelijk vastgelegd worden in de Union Database van de Europese Unie. Gestandaardiseerde financiële producten op een beurs zullen er uiteindelijk komen, maar daar is de huidige markt nog niet klaar voor. Er zal wel gauw behoefte ontstaan aan fysieke producten voor spot of balancering om de fysieke aflevering, voortkomend uit bilaterale contracten, te ondersteunen. Hynetwork werkt aan de benodigde IT-infrastructuur en processen voor onbalans wanneer het transportnetwerk operationeel wordt. Hier is nu geen duidelijke vervolgstap te nemen; de ontwikkeling kan pas doorgezet worden wanneer de transportinfrastructuur operationeel is.

Conclusies en aanbevelingen

Aanbevelingen richten zich op een gecoördineerde opschaling van groene waterstof en het mogelijk maken van handel

De belangrijkste aanbevelingen zijn:

1. Verken wat er nodig is voor een gecoördineerde en stapsgewijze opschaling van groene waterstof-productie en import, en wat daar de juiste subsidie-instrumenten voor zijn.
2. Initieer een proces om één of meerdere partijen te betrekken die de markt op gang kunnen helpen door volumes waterstof op te vangen en/of door te verkopen – en bilaterale contracten mogelijk kunnen maken die aansluiten bij de behoeftes van de producenten en afnemer. Onderdeel van het initiatief is een onderzoek naar de kansen die verschillende partijen kunnen bieden. Invest-NL kan het verkennende onderzoek leiden.
3. Start een verkenning om de waarde van groene waterstof bij eindafnemers in productketens in kaart te brengen. Veelbelovend zijn ketens voor kunstmest en staal. Dit begint bij gesprekken waarbij alle partijen van de keten samen komen, van producenten tot eindgebruikers. Invest-NL kan de eerste ketengesprekken faciliteren.
4. Zorg dat partijen voldoende duidelijkheid hebben in de ontwikkeling van beleid en infrastructuur om hun investeringsbeslissingen op te kunnen baseren.
5. Verken met het Ministerie van EZK, Gasunie, en ontwikkelaars van beursplatformen en standaardproducten wat het ideale uitrolpad is voor het aanbieden van standaardproducten en een beurs, en hoe de partijen elkaar daarin kunnen ondersteunen.

INVESTNL



6

Bronnen en begrippenlijst

Bronnenlijst

1. Shell (2022). *Shell start bouw van Europa's grootste groene waterstoffabriek in Rotterdam.* [Link](#)
2. TNO (2020). *The Dutch hydrogen balance, and the current and future representation of hydrogen in the energy statistics.* [Link](#)
3. Porteg (2024) *Blauwdruk voor een waterstofhandelsmarkt.* [Link](#)
4. Smart Delta Resources (2024). *Nederlandse haven- en industrieclusters doen sterke call-to-action voor zekerheid rond waterstofprojecten.* [Link](#)
5. Ember. *Carbon Price Tracker.* Carbon price voor April 2024. [Link](#)
6. Technisch Weekblad. (2021). *CO2 onder de Noordzee: een tijdelijke oplossing of greenwashing?* [Link](#)
7. E-Bridge (2024). *Electricity cost assessment for large industry in the Netherlands, Belgium, Germany and France.* [Link](#)
8. TNO & Berenschot (2023). *Effecten van een productiesubsidie voor elektrolyzers.* [Link](#)
9. Ford (2022). *Ford takes next steps towards carbon neutrality in Europe by 2035 – Signs MoUs with key suppliers to secure delivery of low carbon steel.* [Link](#)
10. Rijksoverheid (2024). *7 projecten krijgen subsidie voor de productie van volledig hernieuwbare waterstof.* [Link](#)
11. RVO (2024). *IPCEI Waterstof: Waterstofproductie door elektrolyse.* [Link](#)
12. European Commission (2023). *Innovation Fund: EU invests €3.6 billion of emissions trading revenues in innovative clean tech projects.* [Link](#)
13. European Commission (2024). *European Hydrogen Bank pilot auction results.* [Link](#)
14. H2Global. [Link](#)
15. Rijksoverheid (2023). *Duitsland en Nederland versterken samenwerking op gebied waterstof.* [Link](#)
16. Nationaal Waterstof Programma. *Subsidiemogelijkheden waterstof.* [Link](#)
17. European Commission. *Renewable Energy Directive.* [Link](#)
18. TNO (2020). *The Dutch hydrogen balance, and the current and future representation of hydrogen in the energy statistics.* [Link](#)
19. CE Delft (2023). *Afnameverplichting groene waterstof.* [Link](#)
20. Qualenergia (2023). *Declaration on behalf of the Commission on Article 22a and Article 22b of RED.* [Link](#)
21. Transport and Environment (2023). *2023 Renewable Energy Directive fact sheet.* [Link](#)

Bronnenlijst

22. R.A.A. Jetten (2023). Antwoorden op Kamervragen over voortgang van raffinageroute en het belang ervan voor de ontwikkeling van groene waterstofproductie. [Link](#)
23. R.A.A. Jetten (2022). Ontwikkeling transportnet voor waterstof. [Link](#)
24. Gasunie (2023). Jaarverslag 2023. [Link](#)
25. H2eart for Europe (2024). *The role of underground hydrogen storage in Europe*. [Link](#)
26. Ministerie van EZK (2023). *Routekaart Energieopslag*. [Link](#)
27. Hynetwork. Uitrolplan. [Link](#)
28. Atos. *Energietransitie en Marktmodel*. [Link](#)
29. TNO (2020). *The Dutch hydrogen balance, and the current and future representation of hydrogen in the energy statistics*. [Link](#) page 13
30. Gasunie. *De waterstofkwaliteit voor het Nederlandse netwerk*. [Link](#)
31. European Commission (2023). *Renewable hydrogen production: new rules formally adopted*. [Link](#)

Begrippenlijst: begrippen, organisaties en projecten

Afkortingen

ATR	Autothermal Reformer
CCS	Carbon capture and storage
DRI	Direct Reduction of Iron
DSO	Distribution system operator
EBN	Energiebeheer Nederland
EEX	European Energy Exchange
ETS	Emission Trading System
GW	Gigawatt (10^9 watt)
HN	Hynetwork
IPCEI	Important Project of Common European Interest
LNG	Liquefied Natural Gas (vloeibaar aardgas)
MW	Megawatt (10^6 watt)
MWh	Megawattuur (10^3 kilowattuur)
OWE	Subsidieregeling Opschaling volledig hernieuwbare Waterstofproductie via Elektrolyse

PJ	Petajoule (10^{15} joule)
PoS	Proof of Sustainability
RFNBO	Renewable Fuels of Non-Biological Origin
RED	Renewable Energy Directive, “RED III” refereert naar de meest recente herziene versie hiervan.
SMR	Steam Methane Reformer
TWh	Terawattuur (10^9 kilowattuur)
TSO	Transmission system operator
TTF	Title Transfer Facility

Begrippen

Blauwe waterstof: waterstof geproduceerd in een SMR of ATR uit methaanhoudende (fossiele) brandstoffen met CO₂-afvang en -opslag.

Groene waterstof: waterstof geproduceerd door middel van elektrolyse met hernieuwbare elektriciteit.

ICE ENDEX (European Energy Derivative Exchange): beurs waarop gas, stroom en energiederivaten verhandeld worden.



Together we are
**Shaping
Change**

