Een Waterstofbeurs voor het Klimaat

Een eerste verkenning

Voordelen
Omstandigheden
Voorwaarden
Mogelijkheden
Groeipad
Perspectief

B. den Ouden

Eindrapport 24-8-2020

Opgesteld in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Executive summary

In deze studie is bekeken wat de mogelijkheden zijn voor een waterstofbeurs, mede op basis van de eerdere ervaring van de oprichting van de elektriciteitsbeurs en de gasbeurs. Deze waterstofbeurs wordt mogelijk door de voorziene rol van waterstof als belangrijke nieuwe klimaatneutrale energiedrager in de Nederlandse energietransitie. Een waterstofbeurs heeft dan meerwaarde: als katalysator in de opbouwfase van de markt, en als faciliteit voor een betere economische optimalisatie als de waterstofmarkt volgroeid is.

Voor een waterstofbeurs gelden, mede op basis van de eerdere ervaring met de oprichting van de elektriciteitsbeurs en de gasbeurs, een aantal randvoorwaarden. Er is een ontwikkelde markt nodig met genoeg verschillende aanbieders en vragers, alsmede een fysiek handelspunt of energie-infrastructuur waar marktpartijen elkaar kunnen vinden voor de uitwisseling van overschotten en tekorten.

Een verschil is dat de beurzen in elektriciteit en aardgas destijds tot stand kwamen door liberalisering van een bestaande situatie, waarbij de markt en de infrastructuur tevoren aanwezig waren. Bij waterstof moeten zowel de markt als de infrastructuur nog grotendeels worden opgebouwd. Het kost tijd (ca. 6-10 jaar) om de benodigde waterstofinfrastructuur te realiseren en ook om voldoende klimaatneutrale waterstofproductie te ontwikkelen. De waterstofbeurs moet dus fasegewijs worden opgebouwd, waarbij de beurs meegroeit met de markt.

In de eindsituatie zijn verschillende opties mogelijk als handelspunt: nieuwe hubs voor waterstof in wording of aangekondigd; de bestaande waterstofleidingen van de industrie; toekomstige aanlandingshubs voor waterstof-import; opslagfaciliteiten voor waterstof; en de aangekondigde waterstof-"backbone" van de Gasunie (door ombouw van een deel van de gasinfrastructuur). Uiteindelijk wordt daarbij de waterstofbackbone het meest bepalende element, omdat alle andere infrastructuren daarmee worden verbonden. Ook kan deze backbone een diversiteit aan marktpartijen bedienen: elektrolysers; andere klimaatneutrale waterstofbronnen; waterstofcentrales; leveranciers van H2 voor vervoer en gebouwde omgeving; en de grote industrie, voor volcontinue processen.

Dat is een kansrijke situatie voor een beurs met meerwaarde. Verwacht wordt dat de waterstofmarkt het midden houdt tussen de elektriciteitsmarkt en de gasmarkt wat betreft volatiliteit en tijdsdynamiek. De beurs heeft dan een meerwaarde voor het economische optimalisatieproces en het optimaal tot stand brengen van de dynamische koppeling van vraag en aanbod. Dat werkt kostenverlagend, vooral als dit een beurs is die werkt voor alle marktpartijen over het hele netwerk, zonder belemmeringen.

- **Uiteindelijk kan op een waterstof backbone en met voldoende diversiteit aan spelers, een waterstofbeurs werken op een virtueel handelspunt over de hele infrastructuur**, en dus toegankelijk voor alle handelspartijen. Deze beurs heeft meerwaarde in het economische optimalisatieproces van de waterstofmarkt. Idealiter is dit netwerk ook internationaal aangesloten zodat buitenlandse partijen mee kunnen doen.

Dit is (in de eindsituatie) sterk vergelijkbaar met de succesvolle gasbeurs en elektriciteitsbeurs. Op grond van de ervaring daarmee zijn dan een aantal voorwaarden belangrijk om daadwerkelijk een liquide handel tot stand te brengen.

- **Open toegang en netbeheer door een onafhankelijke netbeheerder, met een eenvoudig toegangstarief: partijen betalen dit om op het hele netwerk actief te zijn (postzegeltarief)** en kunnen daar met alle andere partijen handelen. Idealiter zijn daar diensten bij inbegrepen zoals kwaliteitsconversie, zodat leveranciers met verschillende waterstofkwaliteiten makkelijk aan de

markt deel kunnen nemen en daarin worden gefaciliteerd (dit naar model van het TTF).

- **Markten voor systeemdiensten, waarin marktpartijen producten leveren aan de netbeheerder voor het in bedrijf houden en de kwaliteitshandhaving van het waterstofnet**. Deze markten functioneren al voor elektriciteit en gas. Idealiter worden deze markten (zoals balancering, of veilingen van opslagcapaciteit) gebundeld met de reguliere markt (de spothandel), zodat deze elkaar versterken (een voorbeeld is dat de beurs APX-ENDEX een veiling voor de gasopslagcapaciteit organiseerde). Dit verlaagt ook de kosten voor zowel de netbeheerder als de marktpartijen.

Die situatie met een ontwikkelde markt een "backbone" zal echter zoals gezegd pas na verloop van tijd ontstaan. De vraag is of in die aanloopperiode al een voorlopige markt kan ontstaan die ondersteund kan worden door een beurs of pré-beurs activiteiten. Dan kan de beurs een rol in de opbouw spelen in de opbouw van de markt en daarin meegroeien.

In dat verband zijn er op grond van ervaring vier mogelijkheden te noemen:

- **Het lanceren van een beurs in de aanloopperiode op een al eerder gereed of bestaand fysiek handelspunt (of punten) voor waterstof, als daarop voldoende marktdiversiteit aanwezig is.** De backbone neemt dit punt dan later op in de grotere landelijke infrastructuur, waarna de fysieke handel kan migreren naar een virtueel punt over de hele infrastructuur. Verschillende buitenlandse gasbeurzen hebben deze ontwikkeling in het verleden met succes gevolgd. Fysieke startpunten zouden mogelijk kunnen zijn bijvoorbeeld de nieuwe waterstofinfrastructuur van de Groningen Seaports, in de haven van Rotterdam, uitbouw van de thans al functionerende waterstofleiding in Zeeuws-Vlaanderen, en mogelijk andere punten. Op zulke locaties kan ook de import van duurzame waterstof (of derivaten zoals ammonia en LOHC's) een rol spelen.

- **Starten van een handel in "Garanties van Oorsprong" van groene of gedecarboniseerde waterstof tussen dergelijke locaties, ook in de periode voorafgaand aan de backbone.** Er is wellicht bij aanvang nog te weinig liquiditeit op elk punt afzonderlijk, terwijl er wel behoefte is aan handel tussen de punten bijv. omdat er sprake is van waterstof met een verschillende CO_2-emissie. Zolang er nog geen verbindende backbone is, kunnen wel Garanties van Oorsprong verhandeld worden die de CO2-reductie verwaarden.

- **Het starten van een waterstofprijsindex op basis van een zgn. "pricing panel"** waarin de diverse marktpartijen regelmatig worden geraadpleegd over de gangbare handelsprijs. De handelaren geven dan regelmatig quotes af voor aan- en verkoop van waterstof, daaruit destilleert de beurs-in-oprichting volgens vaste regels een prijsindex voor waterstof en publiceert deze.

- **Een markt voor een eventuele bijmengverplichting.** Er wordt gestudeerd op de modaliteiten van een eventuele landelijke bijmengverplichting van waterstof. Het beursinitiatief zou een rol kunnen spelen bij de transparante inbieding van waterstof voor het invullen van zo'n bijmenging. Dit is wel afhankelijk van of en hoe zo'n bijmengingverplichting er komt, en andere factoren. .

Zulke voorlopige beursproducten zijn "stepping stones" voor de markt in de aanloopperiode naar een volwaardige waterstofhandel. Samen met het goede eindperspectief van de beurshandel op de backbone ontstaat hierdoor een goed opbouwtraject waarin de ontwikkeling van de waterstofbeurs mee kan groeien.

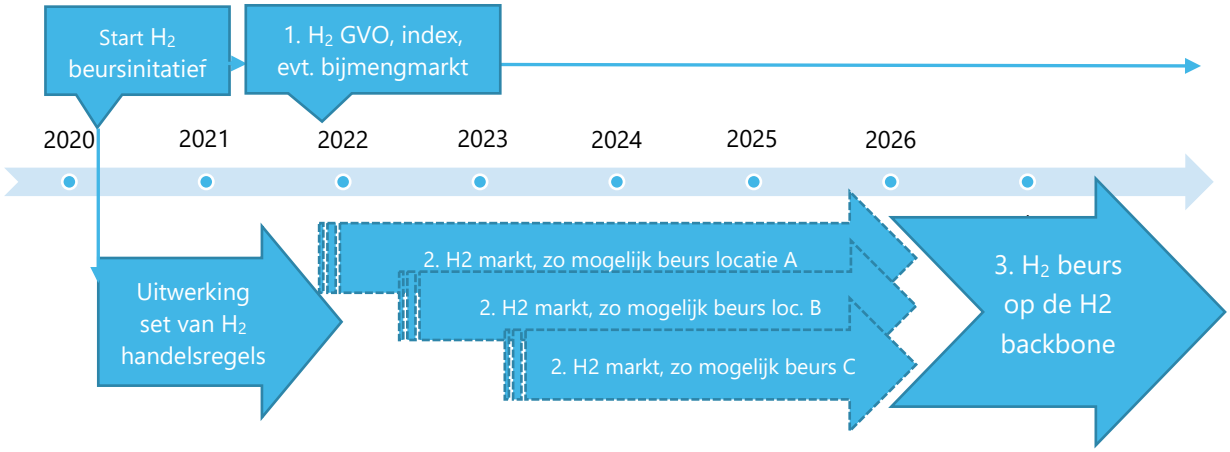
Nederland is hierbij in een unieke uitgangspositie vanwege zijn kosteneffectieve benadering van duurzame energie, de ligging die perfect is zowel voor offshore wind als voor aanlanding van

waterstofimport, de rol die de Nederlandse industrie speelt in waterstof en natuurlijk de unieke gasinfrastructuur die voor waterstof omgebouwd en benut zal gaan worden. Ook heeft Nederland een track record op het gebied van energiebeurzen: als ontwerper van systeem van marktkoppeling van de Europese stroombeurzen en uiteraard de totstandbrenging van de leidende gasmarkt op het TTF.

Al met al is dit een goede kans die Nederland heeft, en die aanbeveling verdient om verder uit te werken. Aanbevolen wordt om een passend initiatief hierin te nemen. Zo'n initiatief zou structureel moeten zijn, gericht op de start, ontwikkeling en uitbouw van het beursinitiatief naarmate dit meegroeit met ontwikkeling van de Waterstofmarkt als geheel. Daarbij zijn drie elementen volgtijdelijk te onderscheiden:

1. Voorlopers van het beursinitiatief tevens wegbereiders voor de markt: een systeem voor garanties van herkomst en handel daarin, ook tussen mogelijke locaties, en zo mogelijk een prijsindex voor waterstof en/of een markt voor een eventuele bijmengverplichting.
2. Regionale fysieke markten in de aanloopfase gevestigd op de waterstof infrastructuur op een of meer havenlocaties of waterstofdragers zoals ammonia of LOHC's, al dan niet in combinatie.
3. De uiteindelijke waterstofmarkt op de waterstof "backbone" om virtueel handelspunt, over een netwerk met een postzegeltarief met internationale verbindingen naar andere landen.

Dit laat zich samenvatten in de volgende timeline (schematisch, tijden zijn voorbeelden en afhankelijk van de praktische ontwikkelingen):



Om één en ander in een samenhangend bestel op te zetten en op grond van de ervaring uit eerdere beursinitiatieven, zou het beste een initiatiefgroep kunnen worden ingesteld.

Een dergelijke initiatiefgroep houdt zich dan bezig met de belangrijkste randvoorwaarden en voorwaardenscheppende activiteiten zoals de eerste vormgeving van een waterstofprijsindex de criteria van een systeem van garanties van oorsprong. Daarnaast kan worden gewerkt aan de uitwerking van een set van handelsbevorderende regels als advies aan de waterstofnetwerken in wording lokaal en landelijk, in samenwerking met de neteigenaren en/of beoogde beheerders.

Een dergelijke werkwijze heeft al goede resultaten afgeworpen: bij de start van elektriciteitsbeurs en gasbeurs en eveneens in internationaal verband bij Europese marktkoppeling van de stroommarkten. Voor de opbouw van de waterstofbeurs kan gebruik worden gemaakt van deze ervaring.

INHOUD

Executive summary 3

1. Inleiding 7

2. De ontwikkeling van de waterstofmarkt 8

2.1. Productie 8
2.2. Vraagontwikkeling in sectoren 8
2.3. Ontwikkeling van variatiepatronen en de behoefte aan een markt 10

3. Waarom een waterstofbeurs? 11

4. Condities voor een waterstofbeurs 14

5. De waterstofinfrastructuur als handelspunt 15

5.1. Een infrastructuur in opbouw: “greenfield” situatie 15
5.2. Opties voor handelslocaties over infrastructuren 16
5.3. Opties voor handel op fysieke hubs in de aanloopfase 17
5.4. Voorlopers via diensten voor GVO’s, prijsindices en/of bijmenging 19

6. Samenvatting en conclusies 21

1. Inleiding

Waterstof staat steeds meer in de belangstelling als een belangrijk onderdeel van de energietransitie. Bij de aanwending van waterstof komt geen broeikasgas vrij. Waterstof wordt daarom door velen een klimaatneutrale energiedrager voor de toekomst genoemd. In het Klimaatakkoord wordt daarom veel aandacht besteed aan waterstof. Vanwege de positie die waterstof in de toekomst gaat innemen en de vele mogelijkheden waarmee deze kan worden geproduceerd en worden aangewend, met velerlei producenten en gebruikers, zal de ontwikkeling van de handel in waterstof belangrijk gaan worden. Daarmee is ook de mogelijkheid van een handelsbeurs in waterstof actueel geworden.

Klimaatneutrale waterstof heeft verschillende mogelijke bronnen: op basis van duurzame stroom met elektrolyse, conversie vanuit aardgas met CCS, en diverse andere bronnen. En met verschillende toepassingen: in de industrie en als bron voor back-up centrales, maar ook in het vervoer en de gebouwde omgeving.

Daarbij kunnen vele nieuwe bronnen en afnemers ontstaan met een grotere diversiteit van vraag en aanbod zowel constant als met variaties in de tijd. Een goede uitwisseling van overschotten en tekorten via een markt zou gezamenlijk voordeel op kunnen leveren en ook gunstig zijn voor de energietransitie. Als dat via een beurs voor waterstof verloopt, kan dat voordelen hebben voor zowel grote als kleine spelers.

Vandaar dat het ministerie van Economische zaken opdracht heeft gegeven tot een beknopt eerste onderzoek naar de mogelijkheden van zo'n waterstofbeurs.

Deze opdracht is uitgevoerd door B. den Ouden als oprichter (1999) van de energiebeurs APX en voormalig directeur, tot 2013, van de Nederlandse energiebeurs APX-ENDEX. De analyses in dit project zijn uitgevoerd op basis van zijn ruime ervaring zowel in energiebeurzen als in de energietransitie.

Het onderzoek gaat enerzijds uit van de ontwikkeling van de waterstofmarkt die zich nu aandient. Voor die waterstofmarkt moet ook een infrastructuur worden gecreëerd, wat ook een aangrijpingspunt kan zijn voor de beurshandel. Daarvoor verkent het onderzoek ook anderzijds de kenmerken van energiebeurzen en hoe deze van toepassing kunnen zijn bij waterstof.

In de loop van het onderzoek zijn gesprekken gevoerd met een aantal personen en organisaties, waarvoor hartelijk dank. Deze gesprekken hebben waardevolle inzichten opgeleverd die verwerkt zijn in dit rapport. Gezien de beknoptheid van dit onderzoek kon in de gesprekken niet gestreefd worden naar volledigheid. Ieder die belang stelt in het onderwerp, wordt uitgenodigd van de inhoud kennis te nemen, in de hoop dat dit bedraagt aan de ontwikkeling van een markt voor waterstof voor de realisering van de klimaatdoelen.

2. De ontwikkeling van de waterstofmarkt

2.1. Productie

Op dit moment is er al een grote hoeveelheid waterstof in Nederland, namelijk ongeveer 175 PetaJoule (PJ) [1]. Dit is ruwweg 5% van de totale hoeveelheid energie die er in Nederland omgaat. Dit is voor een groot deel "grijze" waterstof, geproduceerd uit aardgas-reforming met CO_2-emissie, met verschillende industriële producenten en gebruikers. Daarnaast wordt waterstof door industriële partijen geproduceerd als bijproduct van chemische processen zoals het kraken van koolwaterstoffen voor de plasticindustrie.

In de toekomst wordt dit aangevuld met:

- Duurzame waterstof uit elektrolyse van groene stroom (wind- en zonne-energie). Dit gemotiveerd uit marktoverschotten, dan wel transportproblematiek (op land of off-shore), dan wel bewust hiervoor neergezet (zoals het NorthH2-project)
- Klimaatneutrale waterstof uit aardgasvergassing met volledige pre-combustion CCS; de belangrijkste initiatieven hiervoor zijn het Magnumcentrale project (Vattenfall en Equinor), en het "H-vision" project (industriële partijen in haven Rotterdam).
- Gedeeltelijk gedecarboniseerde waterstof: huidige grijze-waterstof installaties voorzien van CC(U)S dit gebeurt voor een deel al en kan verder worden ontwikkeld;
- Nieuwe industriële waterstofbronnen. Een voorbeeld is het idee om de koolmonoxide die vrijkomt bij Tata steel niet langer te verbranden, maar om te zetten in waterstof via het zgn. "watershift" proces waarbij de vrijkomende CO_2 wordt opgeslagen met CCS.
- Importwaterstof, dit is dan "Groene" waterstof uit gebieden waar opwek van zon en/of wind goedkoper is: lege en/of zonrijke gebieden zoals woestijnen. Het transport kan (in volgorde van goedkoop naar duur, thans bekend) met waterstofgasleidingen of per schip: vloeibaar ammonia, liquid organic hydrogen carriers (LOHC's) zoals tolueen/methylcyclohexaan, of vloeibare waterstof.

2.2. Vraagontwikkeling in sectoren

De huidige marktvraag is er vooral in de industrie. Deze marktvraag is nu nog sterk gekoppeld aan de productie per industriële cluster, waardoor er slechts in beperkte mate sprake is van een markt of verhandeling in waterstof. Daarnaast is er een kleine markt voor wegtransport.

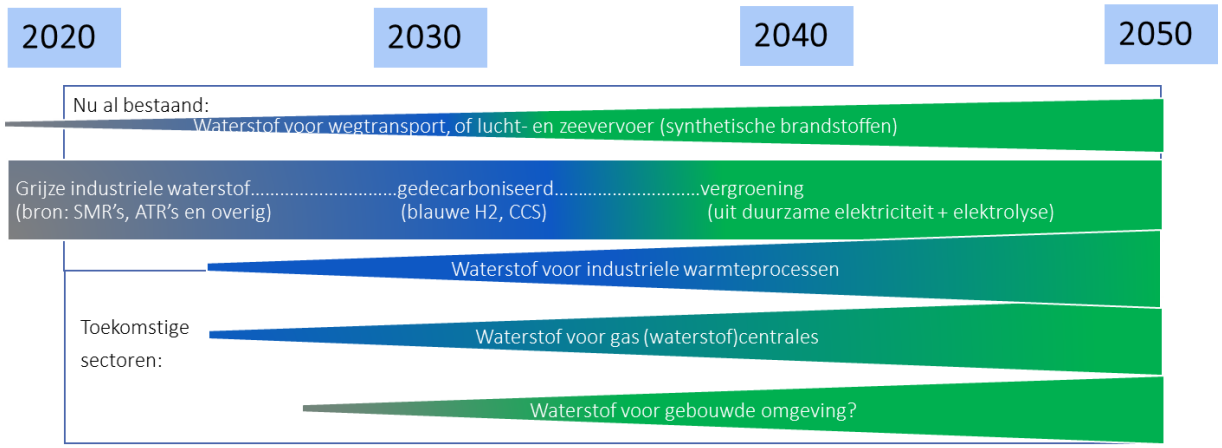
Wat betreft het toekomstige eindverbruik wordt vooral gedacht aan de industrie en/of centrales en waterstof voor verkeer en vervoer. Er zijn echter ook partijen (waaronder Stedin, Essent en Berenschot) die denken over waterstof voor woningen, vanuit kosteneffectiviteit van de verduurzaming. Hierbij is zowel pure waterstof als bijmenging in het bestaande gasnet mogelijk aan de orde.

[1] Waterstof vraag en aanbod nu-2030, update november 2019 (Gasunie)

De verwachtingen per sector is globaal als volgt, waarbij nog verschillende scenario's denkbaar zijn[2]:

- De omvangrijke waterstofvraag van industrie, thans met CO2-uitstoot geproduceerd, gaat in de toekomst decarboniseren (met CO2-afvang en CCS of CCU) en vergroenen (op basis van duurzame stroom en elektrolyse). Er kan meer waterstof nodig zijn voor de "nieuwe chemie" gebaseerd op recycling en bio-based. Daarnaast kan waterstof worden ingezet als brandstof voor warmteprocessen (de mate waarin is onzeker gezien de concurrentie van elektrificatie).
- H2 voor wegtransport gaat geleidelijk groeien, vooral in het lange-afstands vrachtvervoer en in sommige scenario's ook voor korte afstand en personenvervoer, de laatste is nog onzeker afhankelijk van de sterke concurrentie van elektrisch vervoer. Daarnaast kan waterstof belangrijk worden in de scheepvaart, in de vorm van ammoniak.
- De waterstofcentrale wordt kansrijk in een aantal scenario's als belangrijke piekvoorziening en back-up in de elektriciteitsvoorziening. Hierbij is er concurrentie van groen gas en biomassa.
- Waterstof kan eventueel ook doorbreken in de gebouwde omgeving. Hierbij wordt gedacht aan oplossingen waarbij het grootste deel van de warmtevraag wordt gedekt met hybride elektrificatie, wat nog een klein deel (vooral de pieken) wordt gedekt met groen gas en/of waterstof.[3]
- Afhankelijk hiervan zal ook een behoefte aan waterstofopslag ontstaan met kenmerken (grootte, capaciteit, opslagtijd) afhankelijk van het vraag– en aanbodpatroon, zoals de plannen van de Gasunie voor waterstofopslag in zoutcavernes (locatie Zuidwending) of andere mogelijkheden.

Eén van de voorbeelden van een mogelijke ontwikkeling in de tijd is schematisch (niet op schaal) weergegeven in onderstaande figuur:



[2] Zie hiervoor ook "Klimaatneutrale scenario's 2050 (Berenschot en Kalavasta i.o.v. Netbeheer Nederland, 2020) https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=92cfa99f-3d82-4c42-9fef-7f74e49ad74b&title=Klimaatneutrale%20energiescenario%27s%202050.%20Scenariostudie%20ten%20behoeve%20van%20de%20integraleinfrastructuurverkenning%202030-2050.pdf

[3] Zie de transitiepaden voor gebouwde omgeving in Klimaatneutrale Scenario's voor 2050 (Berenschot en Kalavasta i.o.v. Netbeheer Nederland, 2020)

2.3. Ontwikkeling van variatiepatronen en de behoefte aan een markt

De huidige vraag van industrie is volcontinu net als de productie. De waterstofvraag voor wegtransport is veel kleiner in volume, wordt opgeslagen en is dus gebufferd in de tijd. Dat betekent thans weinig tijdvariatie nu, dus weinig marktincentive. Dat wordt in de toekomst anders:

- Duurzame waterstof uit elektrolyse van groene stroom (wind- en zonne-energie) is uiteraard sterk weersafhankelijk op een termijn van dagen en weken (waterstof uit wind) dan wel dag/nacht, dagen en seizoen (waterstof uit zon). Dat is veel volatieler dan de huidige waterstofproductie.
- Waterstofcentrales hebben een grote dag/week variantie (als back-up voor duurzaam) en wellicht ook seizoen (vanwege de winterpieken veroorzaakt door elektrische warmtepompen).
- Als waterstof doordringt in de gebouwde omgeving, wordt deze sterk seizoensafhankelijk, en afhankelijk van weerpatronen. Seizoensopslag van waterstof, zoals thans bij aardgas, is dan nodig.

Zowel het nieuwe waterstofaanbod als de nieuwe waterstofvraag kent dus veel meer tijdvariatie op verschillende tijdschalen. De markt zal zich kenmerken door overschotten en tekorten, tijdsafhankelijk en per soort vraag of aanbod. Het is dan van groot algemeen economisch belang om een markt te hebben waarop partijen overschotten en tekorten kunnen uitwisselen, daarmee worden de totale variaties kleiner voor de markt als geheel.

Daarbij zal uiteraard ook behoefte aan waterstofopslag ontstaan met verschillende kenmerken (grootte, capaciteit, opslagtijd) afhankelijk van het vraag– en aanbodpatroon. Maar als partijen tevoren een deel van de overshotten en tekorten onderling kunnen wegstrepen via een markt, zijn de totale kosten lager en wordt de opslag effectiever gebruikt. Daar waar een markt voorhanden is, is dat de eerstaangewezen methode om de fluctuaties in de markt verwerken. Zeker waar de variaties op korte termijn plaatsvinden is een beurs (spotmarkt) een effectieve manier om hiermee om te gaan.

Het is daarbij interessant om te bezien op welke tijdschaal deze prijsfluctuaties plaats zullen vinden op de toekomstige waterstofmarkt, in vergelijking met de bestaande elektriciteits- en gasmarkt:

- In de elektriciteitsmarkt moeten de continu variërende vraag en productie steeds perfect met elkaar in evenwicht zijn, er zit in beginsel geen opslag in het systeem. Daardoor kunnen de prijzen zelfs per uur sterk wisselen, naast dag/nacht variaties, weekpatronen en bewegingen van het prijsniveau op langere termijn.
- De waterstofmarkt is waarschijnlijk iets trager omdat bij waterstof, net als bij gas, altijd enige opslag in het leidingsysteem aanwezig is (de zogenaamde “linepack”). Gezien de typische volatiliteit in de toekomstige vraag en aanbod van waterstof (denk aan elektrolyse van wind- en zonnestroom) zullen meer prijsvariaties te zien zijn op dagdelen, dag/nacht, weken en seizoenen.
- De huidige markt in aardgas is in vergelijking daarmee nog trager: grote goedkope gasopslag in het systeem, dus weinig prijsverschillen op dagbasis, grotere fluctuaties op seizoensbasis, en de bewegingen gekoppeld aan de wereldmarkt over meerdere jaren.

Verwacht wordt dus dat de waterstofmarkt het midden houdt tussen de elektriciteitsmarkt en de gasmarkt wat betreft volatiliteit en tijdsdynamiek. De beurs heeft dan een meerwaarde voor het economisch optimalisatieproces en het optimaal tot stand brengen van de dynamische koppeling van vraag en aanbod. Dat werkt kostenverlagend voor de markt als geheel, vooral als dit een beurs is die werkt over het hele netwerk.

3. Waarom een waterstofbeurs?

Wat is de ratio van een beurs in het algemeen en, meer specifiek, een waterstofbeurs? Een beurs leidt in zijn algemeenheid tot een grotere efficiency van de handel en verkleint daarbij ook de risico's van de handel. Hierdoor zijn de transacties efficiënter (dichterbij het economisch optimum), en bovendien met een betere toegankelijkheid waardoor meer partijen met minder risico actief kunnen zijn in de handel. Het werkt dus bevorderend voor het handelsvolume hetgeen de economische optimalisatie bevordert, en daarmee een betere allocatie van productiefactoren en dus een beter economisch resultaat. De functies van een beurs zijn puntsgewijs de volgende:

A. Afdekken van overschotten en tekorten
B. Marktoptimalisatie en flexibiliteit
C. Price discovery
D. Veiling en verhandeling van systeemdiensten
E. Anonieme handel met verzekerde afwikkeling, gelijke kansen voor en kleinere marktpartijen
F. Termijnhandel en optimaliseren van portfolio's
G. Katalysator van ontwikkelingen

Voor een waterstofbeurs ontstaat mede op grond van de analyse van de toekomstige markt, het volgende toekomstbeeld op deze punten.

A. **Afdekken van overschotten en tekorten.** In paragraaf 2.3 is al uiteenzet waarom marktpartijen in de toekomstige waterstofmarkt verschillende overschotten en tekorten kunnen hebben. Deze kunnen onderling worden verhandeld tussen de marktpartijen (bilateraal), maar de ervaring leert dat dit op een beurs (spotmarkt) efficiënter worden weggewerkt dan bilateraal. Bovendien vindt de handel anoniem plaats waardoor elk van de partijen minder risico loopt. Er is immers minder kans op het "squeezen" van een partij met bijvoorbeeld tekorten, en ook minder dominantie van grotere partijen ten opzichte van kleinere, omdat op de beurs iedereen met iedereen anoniem handelt. Suboptimaal marktgedrag wordt dus verminderd, en de marktkwaliteit verbetert. Dat verbetert het economisch optimum en vermindert de risico's voor de marktpartijen.

B. **Marktoptimalisatie en flexibiliteit.** Hierbij is er niet zozeer sprake van harde overschotten en tekorten, maar is er alternatief marktaanbod aanbod (of vraag) tegen verschillende prijzen. De markt leidt dan tot de keus tegen de beste prijs, en tot een optimale allocatie van productiefactoren. In de praktijk is er geen harde grens met de vorige categorie, omdat overschotten en tekorten bij partijen vaak prijsafhankelijk zijn. Zo kan een marktpartij zijn momentaan tekort aan waterstof bijvoorbeeld wel zelf afdekken (of vermijden of verschuiven) tegen zekere kosten, maar dan koopt hij het liever in de markt als die prijs beter is. Hetzelfde geldt voor flexibiliteit en opslag: doordat dit in de spotmarkt beschikbaar is tegen een prijs, kunnen partijen daarvan gebruik maken. We verwachten variaties in vraag en aanbod van waterstof, maar er zullen ook zekere partijen zijn die met hun productie- en of afnamecapaciteit kunnen variëren en dus flexibel zijn, of die opslag kunnen bieden. Als dat alles op een integrale spotmarkt voor waterstof wordt gebracht, heeft iedereen daar wederzijds voordeel bij. Dit bevordert ook de introductie en groei van waterstof als energiedrager.

C. **Price discovery.** Een beurs is prettig voor partijen zodat men weet wat de "juiste" prijs is. Dat verkleint de risico's van de handel sterk, ook voor handel buiten de beurs, die vaak aan de beursindex gerelateerd wordt. Drie opmerkingen daarbij:

a) Er is een onderscheid tussen price discovery op de spotmarkt (korte termijn) en de termijnmarkt (lange termijn). Bij de spotmarkt gaat het om inzicht in de interventieprijzen die dagelijks in de markt aanwezig zijn om mogelijke momentane tekorten en overschotten op te vangen. Bij de termijnmarkt gaat het meer om ontwikkelingen die van invloed zijn op het algemene gemiddelde prijsniveau bijv. in relatie tot de wereldmarkt en CO_2-prijzen.
b) Men zal de prijsindex willen relateren aan de herkomst. De nieuwe waterstofmarkt is er vanwege de transitie naar een klimaatneutrale energievoorziening. Dat heeft een prijs: klimaatneutrale waterstof is duurder dan conventionele waterstof met CO_2-emissies, en er bestaan allerlei gradaties daartussen. Voor de ontwikkeling van de markt is enerzijds welkom dat waterstof uit alle verschillende bronnen aan de markt deel kan nemen, anderzijds zal dit moeten zijn met garantie van oorsprong, zodat men de prijs kan relateren aan de herkomst.
c) Ook voor waterstof in de aanloopfase is prijsontdekking erg belangrijk. Het is denkbaar om, vooruitlopend op de eigenlijke beurshandel al een prijsindex in het leven te roepen; dit helpt bij de ontwikkeling van waterstof als CO_2-vrije energiedrager. Meer daarover bij par. 5.4.

D. **Veiling en verhandeling van systeemdiensten.** Zie de producten en platformen van TenneT, Gasunie etc. voor balancering, transportcapaciteit (bij elektriciteit), opslagcapaciteit (voor gas) en andere systeemdiensten. Systeemproducten zijn ook voor waterstof erg belangrijk vanwege de opslag, transport, menging, kwaliteitsmanagement en balancering. Daarop kan beurshandel starten idealiter zowel overschotten/tekorten (spotmarkt) als balancering alsmede veiling en verhandeling van opslagcapaciteit. Door alle (spot)producten en systeemdiensten op één beurs te verhandelen versterken deze elkaar, zoals eerder gebeurde met de veiling voor gasopslag door gasbeurs APX-ENDEX; dit zou nu ook voor waterstofopslag kunnen gelden. Dit vergroot de brede toegang voor alle marktpartijen en verlaagt de totale kosten.

E. **Anonieme handel met verzekerde afwikkeling, gelijke kansen voor grote kleine marktpartijen.** We noemden al de meerwaarde van de beurs als anonieme handelsplaats: partijen handelen niet direct maar via de beurs. De beurs is koper voor de verkopers, en verkoper voor de kopers. Deze hoeven elkaar of elkaars biedingen niet te kennen. De beurs heeft ook gegarandeerde afwikkeling van de transacties door middel van levering en betaling. Omdat de beurs er tussenin zit, is het nodig om de deals te garanderen. De beurs vraagt daarvoor zekerheden van de deelnemers, dit gaat met een systeem van non-discriminatoir systeem van "clearing en settlement". Deze anonimiteit en afwikkeling tegen gelijke condities maakt dat ook kleinere partijen aan de handel deel kunnen nemen, meer dan in de bilaterale markt het geval is. In een waterstofmarkt met zowel grote (industrie) als kleine spelers (zoals lokale elektrolyse uit duurzame stroom) is dat gunstig.

F. **Termijnhandel en optimaliseren van portfolio's.** Dit is in een volwassen markt erg belangrijk. Liquide beurshandel vergemakkelijkt herverhandeling t.b.v. aanpassing van de handelsportfolio, en vermindert dan de portfolio-risico's. Waterstof is nu nog geen volwassen markt, maar dat kan het wel gaan worden, zeker bij een internationale component (import) en/of meerdere bronnen (blauw en groen) en verbruikers (industrie, centrales, woningen). Dit wordt i.h.a. belangrijk in een sterk verder ontwikkelde markt. Dit wordt in vele energiecommodities opgepakt niet alleen door energiebeurzen, maar ook door gevestigde commoditybeurzen zodra de markt ver genoeg is.

G. **Katalysator van ontwikkelingen.** Dit geldt vooral bij het opbouwen van nieuwe markten, zoals het geval was bij de energieliberalisering: dit werkte goed voor de stroom- en gasmarkt. Hierbij is het faciliteren van de beurs ook een focuspunt voor het regelen van de fysieke toegangscondities op de infrastructuur, nodig voor het faciliteren van een liquide markt. Als de condities goed zijn voor een beurs, is dit ook zeker het geval voor de handel als totaal. Een beursinitiatief is belangrijk in een transitieproject als focus voor de fysieke toegangsvoorwaarden nodig om de handel op te starten. Dat is zo geweest bij stroom en bij gas, en we zien dat ook bij waterstof.

4. Condities voor een waterstofbeurs

Bij het denken gaan we uit van de condities nodig voor een beurs. Deze zijn op het hoogste niveau universeel en gelden voor elk goed, handelswaar, waardepapier of commodity, dus ook waterstof.

A. *Een vaste locatie of een netwerk waar wordt gehandeld, met open toegang voor alle partijen (third part access). Zo'n "hub" kan één punt zijn of een heel netwerk mits de toegangsregels geschikt zijn.*

Op dit moment is zo'n hub er nog niet; er wordt in Nederland waterstof geproduceerd op diverse locaties, maar deze zijn niet verbonden. Het transport hiertussen is momenteel niet eenvoudig. Dit is wel de grootste uitdaging. Er zijn verschillende opties om meer verbinding tot stand te brengen:

- Een dedicated waterstofnet zoals de "backbone" die Gasunie van plan is te bouwen (unieke positie van Nederland), idealiter een punt waar diverse waterstofleidingen samen komen met een opslag en kwaliteitsconversie (hub functies)
- Regionale waterstofleidingen, die voorafgaan aan de backbone, of van die backbone een eerste startpunt zijn; dan zou de handel op zo'n eerste punt kunnen beginnen en later uitbreiden.
- Een waterstofopslag zoals gebouwd zou kunnen worden in Zuidwending
- Een terminal voor import van waterstof, of waterstofdragers zoals ammonia.

Belangrijk is de hub-functie met opslag, kwaliteitsconversie en herverhandelbaarheid zonder barrières. Hierin zijn bijvoorbeeld de Amerikaanse Henry Hub en het Nederlandse TTF zeer goed geslaagd, reden waarom deze hubs nu wereldleider zijn.

B. *Voldoende handelspartijen die deelnemen aan de beurs (aanbieders en vragers)*

Dit is ook belangrijk voor de selectie van het principe voor de "hub". Waterstof wordt op vele plekken gemaakt en gebruikt. Waterstof is niet goedkoop over de weg, per trein of per schip te vervoeren, dus een infrastructuur is wezenlijk voor de handel. De marktwerking is beter naarmate de infrastructuur breder gedeeld wordt over heel Nederland. Het gaat daarbij niet alleen om het aantal partijen maar ook om de grotere diversiteit van de partijen met een verschillend vraag- en aanbodpatroon wat maakt dat de handel meerwaarde heeft en wordt aangewakkerd.

C. *Een voldoende gestandaardiseerd goed of waardepapier dat wordt verhandeld.*

Waterstof lijkt standaard maar de schijn bedriegt: in de praktijk is het ingewikkelder dan het lijkt:

- Fysieke productiekwaliteit: waterstof wordt fysiek in verschillende kwaliteiten gemaakt: redelijk zuiver maar ook onzuiverder, al naar gelang de behoefte en productiemethode.
- Klimaatneutraliteit en CO2-productiesignatuur: men kan waterstof op heel verschillende manieren produceren: duurzaam, geheel gedecarboniseerd, CO2-arm.
- Import: waterstof kan getransporteerd worden in andere vormen zoals vloeibare ammonia. Voor sommige toepassingen moet dit worden omgezet naar waterstof, voor andere niet.
- Menging: waterstof kan puur worden gedistribueerd en gebruikt maar ook worden bijgemengd in het aardgasnet, en eventueel zelfs weer ontmengd voor pure toepassing.

Idealiter faciliteert de beurs waterstof met verschillende kenmerken (geproduceerd door verschillende l marktpartijen) maar je wilt dat wel op één noemer brengen. Dat vereist een zekere standaardisering. Daarnaast kan socialisering van technische omzettingen (voorbeeld: H- en L-gas) de "hub functie" bevorderen. Maar men zal ook de herkomst willen traceren met Garanties van Oorsprong. De beurs zal daar idealiter ook een systeem voor hebben.

5. De waterstofinfrastructuur als handelspunt

5.1. Een infrastructuur in opbouw: “greenfield” situatie

Voor de beurshandel is nodig dat er vaste locatie is waar wordt gehandeld, waar voldoende (groot)handelspartijen toegang toe hebben. Omdat het bij waterstof gaat om een gasvormige energiedrager, moet dit handelspunt bij voorkeur bestaan uit een open toegankelijk leidingnetwerk of knooppunt van leidingen, zoals ook voor aardgas heeft gegolden.

Dat netwerk is er nu nog niet. De situatie bij waterstof is wat dat betreft anders dan bij de totstandkoming van de markten voor elektriciteit en aardgas. In die eerdere situaties was de hele fysieke infrastructuur vooraf al aanwezig, zij het monopolistisch. Men kon deze fysieke infrastructuur als vast uitgangspunt nemen, het was alleen nodig om de openstelling en toegang voor derden te regelen door de regels en organisatiestructuur te veranderen. Dit was een intensief proces van liberalisering en her-regulering, maar aan de fysieke omstandigheden veranderde weinig. Ook de markt van aanbieders en vragers bleef in dat hele proces redelijk stabiel.

Bij waterstof is dat fundamenteel anders. Er is nu nog vrijwel geen infrastructuur om waterstof tegen lage kosten te verhandelen; die moet nog vrijwel helemaal tot stand worden gebracht. Ook de markt voor waterstof is in de komende jaren nog aan een grote opbouw bezig zowel qua vraag als aanbod. Daarbij verandert er ook in de bredere energietransitie van alles.

We moeten dus de waterstofmarkt tegelijk tot stand brengen met de aanleg van de fysieke infrastructuur en de groei van fysieke marktvraag en -aanbod in een zeer dynamische energie-omgeving. Dat is een unieke “greenfield” situatie met zowel nadelen als voordelen.

- Een nadeel is enerzijds, dat men niet uit kan gaan van de vaste fysieke feiten zoals bij eerdere liberaliseringen. We moeten de beurs vestigen in een parallelle ontwikkeling met de vraag en het aanbod van de waterstof die op de beurs verhandeld gaat worden, en de bouw van de infrastructuur die de fysieke basis vormt voor de waterstofhandel. In die andere trajecten moeten nog keuzes worden gemaakt die de beursopzet mogelijk kunnen beïnvloeden. Dat maakt het proces ingewikkelder.
- Anderzijds is een voordeel, dat we niet zitten met een ingewikkelde stelselverandering. We kunnen meteen rekening houden met de handel bij de vestiging van regels, organisaties, normen en andere arrangementen. Ook zijn er relatief minder bestaande belangen om rekening mee te houden. De waterstofmarkt is voor velen nieuw en biedt kansen. Dat maakt het proces makkelijker.

In de eerdere liberaliseringsprojecten vond de voorbereiding en opbouw van de beurs plaats in nauwe samenspraak met het liberaliseringsproces dat leidde tot een voor ieder toegankelijke infrastructuur. Dit leidde vanzelf tot een nauwe samenhang tussen de beurs en de netbeheerder. Hoewel de situatie wezenlijk anders is, denken we dat deze samenwerking ook belangrijk zal zijn bij de waterstofbeurs.

5.2. Opties voor handelslocaties over infrastructuren

Bestaande industriële waterstofleidingen

Er zijn al diverse grotere en kleinere industriële waterstofnetwerken. Het grootste voorbeeld is in handen van Air Liquide. Dit netwerk heeft de Rotterdamse haven als het meest noordelijke punt, verder ligt het grootste deel in België (613 kilometer waterstofpijpleidingen, met knooppunten rond de havens van Gent en Antwerpen). Op dit moment wordt dit soort bestaande industriële leidingen voornamelijk grijze waterstof getransporteerd, geproduceerd met CO2-emissies.

Het voordeel van dit type netwerken is dat zij al bestaan. Daartegenover staan bepaalde nadelen:

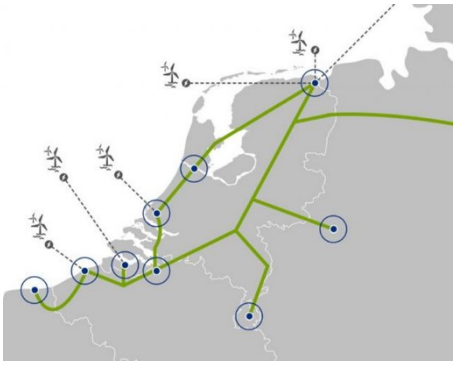
- De netwerken hebben een beperkte capaciteit
- De netwerken staan volledig in dienst van het leveren van waterstof aan klanten en zijn niet bedoeld voor handel.
- De netwerken hebben een beperkte dekking en missen tal van belangrijke Nederlandse industriële clusters, tevens belangrijke waterstoflocaties zoals Terneuzen, Groningen, Chemelot.

De waterstof backbone van Gasunie

Gasunie wil een enorme stap zetten in de waterstofinfrastructuur door ombouw van een deel van de bestaande gasinfrastructuur op waterstof, voor transport en opslag van waterstof van en naar de grote industriële gebieden in Nederlanden en richting Hamburg en het Ruhrgebied. Tot voor kort werd gerekend met een realisatietermijn van 10 jaar, dus een aanloopperiode tot ca. 2030. Maar onlangs werd bekend dat de "backbone" er mogelijk sneller zou kunnen zijn omstreeks 2026.

Deze "backbone" heeft veel voordelen:

- Het is bedoeld voor transport en opslag van de nieuwe klimaatneutrale waterstof en heeft een grote capaciteit.
- Het netwerk zal waterstofopslag bevatten.
- Open toegang voor derden op dit netwerk (voor beurshandel een essentiële voorwaarde) met een onafhankelijke netbeheerder.
- Het netwerk verbindt uiteindelijk alle belangrijke Nederlandse waterstoflocaties: Rotterdam/Moerdijk, Terneuzen, Groningen, Chemelot, IJmuiden, dus alle spelers kunnen deelnemen
- Het netwerk omvat de locaties voor aanlanding van kabels vanuit windparken op zee, locaties voor import per schip van groene waterstof of ammoniak, en zal ook aangesloten zijn richting Duitsland (Ruhrgebied) en België (Gent/Antwerpen). Dit concept wordt ook wel "green octopus"[4] genoemd.



Vanwege al deze voordelen is de "backbone" ideaal als eindoplossing, met als enige nadeel wel dat deze nog een tijd op zich laat wachten. Dat betreft niet alleen de infrastructuur; ook het volume klimaatneutrale waterstof wat hiervoor nodig is, kost veel tijd om te realiseren.

[4] Zie presentatie van R. Schutte et al. https://www.hydrogen4climateaction.eu/programme

5.3. Opties voor handel op fysieke hubs in de aanloopfase

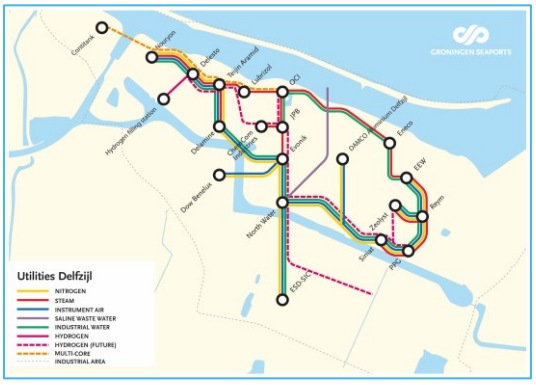
De “backbone” met een ontwikkelde markt over heel Nederland zal pas na verloop van tijd ontstaan. De vraag is of in die aanloopperiode al een voorlopige markt kan ontstaan. Dan kan de beurs een rol in de opbouw spelen in de opbouw van de markt en daarin meegroeien.

Het is daarom te overwegen om al een beurs te lanceren terwijl de backbone gebouwd wordt, in de aanloopperiode. Dit zou dan moeten gebeuren op een al eerder gereed of bestaand fysiek handelspunt (of punten) voor waterstof, op voorwaarde dat daarop voldoende marktdiversiteit aanwezig is of kan komen. Op zulke locaties kan ook import van duurzame waterstof (of derivaten zoals ammonia en LOHC’s) een rol spelen.

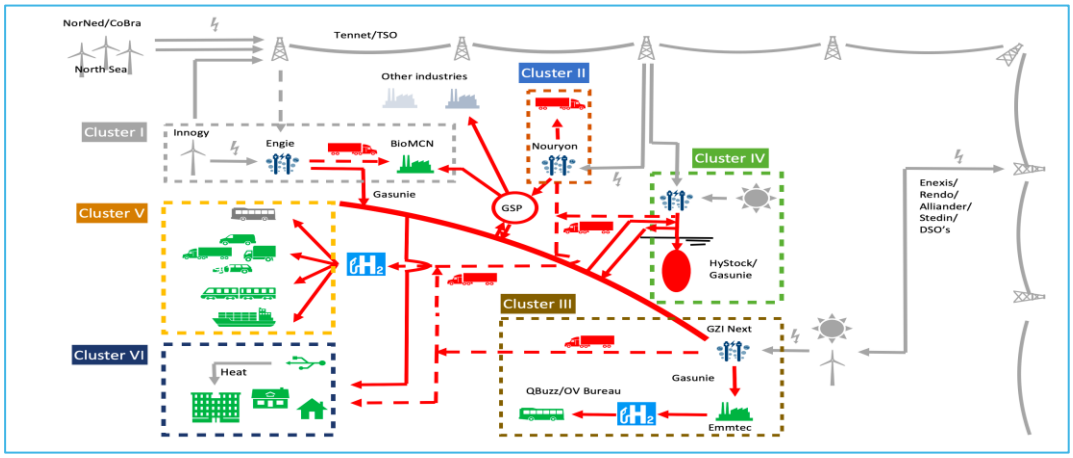
De backbone neemt dit punt dan later op in de grotere landelijke infrastructuur, waarna de fysieke handel kan migreren naar een virtueel punt over de hele infrastructuur. Verschillende buitenlandse gasbeurzen hebben deze ontwikkeling in het verleden met succes gevolgd.

Fysieke startpunten zouden mogelijk kunnen zijn bijvoorbeeld:

a) De nieuwe waterstofinfrastructuur van Groningen Seaports



Groningen seaports heeft grote ambities in waterstof. Zo gebruikt een belangrijk deel van de industrie in Delfzijl al waterstof en is het plan gelanceerd van Shell, Gasunie en Groningen Seaports voor de bouw van Europa’s grootste groene waterstoffabriek[5]. De industrie kan hierdoor fors vergroenen. Daarnaast zijn er de plannen van Vattenfall en Equinor om de Magnumcentrale[6] in de Eemshaven om te bouwen naar waterstof (op basis van aardgas met CCS). Op de haven van Delfzijl is thans al een industrienetwerk[7] voor waterstof. Dit is de laatste jaren opgebouwd via een uniek concept van nieuwe flexibele waterstofleidingen. Het plan is om dit snel uit te bouwen zodat binnen afzienbare tijd 5 tot 7 industrieën met variërende waterstofproductie en vraag. Dit zijn in beginsel voldoende partijen om de basis te vormen voor een hub in waterstof waar handel zou kunnen plaatsvinden. Wellicht is deze locatie als snel geschikt voor beurshandel.



[5] Zie https://nos.nl/artikel/2324772-plannen-voor-het-grootste-europese-waterstofproject-in-groningen.html
[6] Zie o.a. https://www.gasunienewenergy.nl/projecten/magnumcentrale
[7] https://www.groningen-seaports.com/logistiek-en-utiliteiten/utiliteiten/#verder

b) De thans al functionerende waterstofleiding in het zuiden van Zeeland

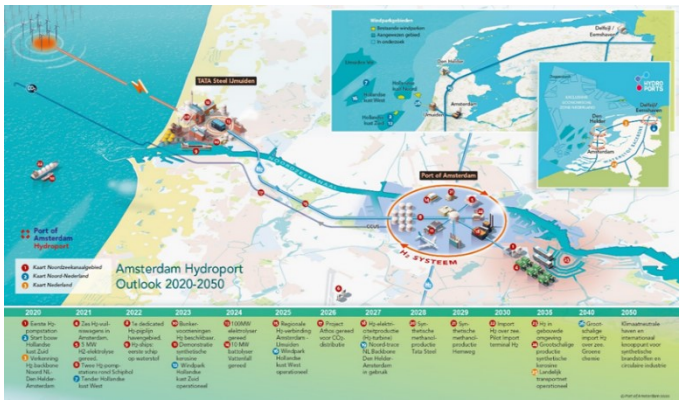
Ter voorbereiding op de "backbone" heeft Gasunie al een bestaande gasleiding omgebouwd voor waterstof. Deze wordt vooral gebruikt voor uitwisseling van waterstof tussen Yara (nu Nederlands grootste waterstof-producent) en Dow. Deze waterstof wordt gemaakt uit aardgas, maar is deels gedecarboniseerd. Andere mogelijke gebruikers zijn ICL en Zeeland refinery. Uitbreiding is snel mogelijk door ombouw van een oude naftaleiding onder de Westerschelde naar waterstof; dan komen ook partijen in het Sloegebied in beeld waaronder windparken die daar aanlanden met ambitie voor groene waterstof uit elektrolyse. Dat zou voldoende partijen bijeenbrengen (Terneuzen en Sloe) voor een handel in waterstof en wellicht voor een beurs.

Daarnaast heeft de regio een ander voordeel: in Terneuzen is nu al een terminal voor ammonia waardoor aanlanding mogelijk is van groene ammonia, een drager van groene importwaterstof.

c) De haven van Rotterdam, mogelijk in combinatie met Moerdijk

In de Rotterdamse haven zijn er verschillende initiatieven voor gedecarboniseerde waterstof (project H-vision, Deltalinqs met grote industriële partners) en duurzame waterstof (havenbedrijf, BP en Nouryon). Havenbedrijf Rotterdam heeft daarbij de ambitie om samen met Gasunie relatief snel een waterstofleiding te leggen, vooruitlopend op de landelijke backbone. Afhankelijk van realisering van de verschillende plannen kan dit ook basis geven voor handel. Rotterdam is ook belangrijk vanuit de belangstelling vanuit het Duitse achterland voor waterstofimport.

d) Havenregio Amsterdam/IJmuiden



Voor Amsterdam/IJmuiden zal waterstof bij diverse gebruikers noodzakelijk of wenselijk zijn. De verwachting is van de huidige 2,8 miljard m3 aardgas die nu in het gebied wordt gebruikt, ongeveer de helft zal leiden tot gebruik van waterstof. Om alle gebruikers maximaal te faciliteren om de overstap te maken, is omzetten noodzakelijk van het aardgasnet naar een waterstofnet, inclusief aansluiting op een landelijk waterstofnet. Momenteel wordt door Port of Amsterdam en Gasunie gewerkt aan een regionale backbone, die Amsterdam/IJmuiden aan zal laten sluiten op de landelijke backbone.

e) Markt voor Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC's)

LOHC's zijn organische vloeistoffen die veel waterstof kunnen absorberen en ook weer af kunnen staan. Tolueen en Dibenzyltolueen zijn veelbelovend, met name de laatste vanwege het niet-giftige en veilige karakter. Een van de mogelijkheden is om waterstof internationaal te transporteren in tankschepen in de vorm van LOHC's; dit is aan te landen en op te slaan in gewone tankopslag in een haven (bijvoorbeeld één van de bovengenoemde), en vervolgens in dezelfde vorm door te transporteren naar het achterland in binnenvaartschepen en tankauto's. LOHC's worden nu al gebruikt om waterstof te transporteren naar bijvoorbeeld waterstoftankstations of proefprojecten. Dit is dus ook een manier om eventueel een waterstofmarkt op te starten, in de aanloopfase voordat een markt in leidinggebonden waterstof tot stand komt of parallel daaraan. Uiteindelijk zullen de prijzen voor waterstof in LOHC's en leidinggebonden waterstof nauw gerelateerd zijn: het wordt één markt.

N.B. Welke van de bovengenoemde mogelijkheden als eerste naar voren komt om daar een markt of beurs te starten is nu nog niet duidelijk, en wellicht zijn er nog andere denkbaar. De opties zijn ook niet strijdig en kunnen combineerbaar zijn. Het verdient aanbeveling om alle mogelijkheden mee te nemen als kansen om een waterstofmarkt of beurs al eerder te creëren in de aanloopfase naar de uiteindelijke waterstofmarkt op basis van de "backbone". Zo groeit de markt mee met de infrastructuur.

5.4. Voorlopers via diensten voor GVO's, prijsindices en/of bijmenging

Als een beurs nog niet als zodanig gevestigd kan worden omdat de condities er nog niet zijn, kunnen er wel vaak andere diensten gelanceerd worden die op een beurs lijken c.q. daarin kunnen uitmonden.

- Handel in Garantie van Oorsprong tussen de verschillende voorlopige handelspunten, of Een systeem van swaps: dit zijn producten om waterstof te kunnen verhandelen tussen verschillende punten zonder dat de fysieke randvoorwaarden al helemaal gereed zijn.
- Een prijsindex op basis van een zgn. "pricing panel" waarin de diverse marktpartijen regelmatig worden geraadpleegd over de gangbare handelsprijs.
- Een markt voor een eventuele bijmengverplichting van waterstof.

Naast het leveren van zulke pre-beurs diensten kan dit ook dienen als opstart van de beursorganisatie en als "community building" van de kring van toekomstige deelnemers voor de "echte" beurshandel. Op dit moment is niet duidelijk waar de meeste kansen liggen en waar de prioriteit gelegd zou moeten worden. Navolgend worden deze drie kansen kort uiteengezet. In een volgende fase moet duidelijk worden wat de voorkeur heeft, dit kan mogelijk ook afhangen van externe ontwikkelingen.

- **Starten van een handel in "Garanties van Oorsprong"**

In de periode voorafgaand aan de backbone zijn er mogelijk al handelspunten waar groene of (deels) gedecarboniseerde waterstof wordt verhandeld, van uiteenlopende CO2 signatuur. Zie paragraaf 4.3.

Er is wellicht bij aanvang nog te weinig liquiditeit op elk punt afzonderlijk, terwijl er wel behoefte is aan handel tussen de punten bijv. omdat er sprake is van waterstof met een verschillende CO_2-emissie. Zolang er nog geen verbindende backbone is, kunnen wel Garanties van Oorsprong verhandeld worden die de CO_2-reductie verwaarden. Dit kan ook de vorm kunnen krijgen van swaps, waarbij partijen bilateraal handelen om risico's af te dekken,

- **Het starten van een waterstofprijsindex op basis van een zgn. "pricing panel"**

In de aanloop naar de markt zou er een waterstof price-index kunnen komen als voorlopige "stepping stone" voor de markt in de aanloopperiode naar een volwaardige waterstofhandel.

Een waterstofprijsindex is er momenteel nog niet. Sinds kort is er wel een zogenaamde waterstof "price assessment" van S&P Platts[8], actief in de beprijzing van commodity markten. Dit is echter nog geen echte prijsindex maar meer een afgeleide; de prijs van waterstof wordt geconstrueerd uit de productiemethoden: met de commodityprijs van aardgas (plus de kosten van steam methane reforming) of de commodityprijs van elektriciteit (plus de kosten van elektrolyse, hierop is veel aan te merken o.a. omdat hier niet alle kosten van groene elektriciteit in verwerkt zijn). Zo ontstaan afgeleide waterstofprijzen, ook voor Nederland, als een grove benadering[9].

Een echte waterstofindex moet dus nog komen, en zou gebaseerd zijn op quotes in echte waterstof zelf, van bedrijven die in waterstof actief zijn. De handelaren geven dan regelmatig quotes af voor aan- en verkoop van waterstof, daaruit destilleert de beurs-in-oprichting, volgens vaste regels, een prijsindex voor waterstof en publiceert deze. Dit model is in de aanloop naar de eigenlijke markt ook gehanteerd voor de Nederlandse Gasbeurs. Dit zou al tamelijk snel kunnen beginnen op basis van de huidige waterstofmarkt; deze heeft wel als kenmerk dat het vooral grijze waterstof is, met CO2-emissie. Om een goed vertrouwen te hebben in de vergroening, zou we het beste tegelijk ook een index te starten in CO2-neutrale waterstof dan wel een index voor het Garantie van Oorsprong.

- **Een markt voor een eventuele bijmengverplichting**

Er wordt momenteel gestudeerd op de modaliteiten van een eventuele landelijke bijmengverplichting. Het beursinitiatief zou een rol kunnen spelen bij de transparante inbieding van waterstof voor het invullen van zo'n bijmenging. Dit is wel afhankelijk van of zo'n bijmenging verplichting er komt, hoe dat wordt vormgegeven, of men meerwaarde ziet voor een rol de beurs, en hoe de markt dat ziet.

[8] https://www.spglobal.com/platts/en/our-methodology/price-assessments/natural-gas/hydrogen-price-assessments

[9] Zo zou men de elektriciteitsprijs af kunnen leiden uit de prijzen van voornaamste brandstoffen gas en kolen plus de kosten van de centrales. In de praktijk is echte elektriciteitsprijs hooguit gerelateerd daaraan, maar heeft die een eigen dynamiek en afwijkende prijzen voortkomend uit overschotten en tekorten in de elektriciteitsmarkt zelf. Dat zal ook voor waterstof gelden.

6. Samenvatting en conclusies

Waterstof staat steeds meer in de belangstelling als een belangrijk onderdeel van de energietransitie. Bij de aanwending van waterstof komt geen broeikasgas vrij. Waterstof wordt daarom door velen een klimaatneutrale energiedrager voor de toekomst genoemd. In het Klimaatakkoord wordt daarom veel aandacht besteed aan waterstof. Vanwege de positie die waterstof in de toekomst gaat innemen en de vele mogelijkheden waarmee deze kan worden geproduceerd en worden aangewend, met velerlei producenten en gebruikers, zal de ontwikkeling van de handel in waterstof belangrijk gaan worden. n.

Die ontwikkeling biedt een kansrijke situatie voor een waterstofbeurs met meerwaarde voor het economisch optimalisatieproces en het optimaal tot stand brengen van de dynamische koppeling van vraag en aanbod. Dat werkt kostenverlagend, vooral als dit een beurs is die werkt voor alle marktpartijen over het hele netwerk, zonder belemmeringen.

In de eindsituatie heeft deze waterstofbeurs de volgende kenmerken:

- *Een spotmarkt op de waterstof backbone met voldoende diversiteit aan spelers op een virtueel handelspunt over de hele infrastructuur die ook aangesloten is op het buitenland.*
- *Open toegang en netbeheer door een onafhankelijke netbeheerder, met een eenvoudig toegangstarief: partijen betalen dit om op het hele netwerk actief te zijn (liefst een postzegeltarief).*
- *Markten voor systeemdiensten, waarin marktpartijen producten leveren aan de netbeheerder voor het in bedrijf houden en de kwaliteitshandhaving van het waterstofnet.*

Die situatie met een ontwikkelde markt een "backbone" zal echter pas na verloop van tijd ontstaan. In die aanloopperiode kan al een voorlopige markt ontstaan die ondersteund kan worden door een beurs of pré-beurs activiteiten. Dan kan de beurs een rol in de opbouw spelen in de opbouw van de markt en daarin meegroeien. In dat verband zijn er vier mogelijkheden te noemen:

- *Het lanceren van een beurs in de aanloopperiode op een al eerder gereed of bestaand fysiek handelspunt (of punten) voor waterstof, als daarop voldoende marktdiversiteit aanwezig is.*
- *Starten van een handel in "Garanties van Oorsprong" van groene of gedecarboniseerde waterstof tussen dergelijke locaties, ook in de periode voorafgaand aan de backbone.*
- *Het starten van een waterstofprijsindex op basis van een zgn. "pricing panel" waarin de diverse marktpartijen regelmatig worden geraadpleegd over de gangbare handelsprijs.*
- *De beurs als marktfacilitator voor een eventuele bijmingverplichting.*

Zulke voorlopige beursproducten zijn "stepping stones" voor de markt in de aanloopperiode naar een volwaardige waterstofhandel. Samen met het eindperspectief van de beurshandel op de backbone ontstaat hierdoor een opbouwtraject waarin de ontwikkeling van de waterstofbeurs mee kan groeien.

Kansen voor Nederland

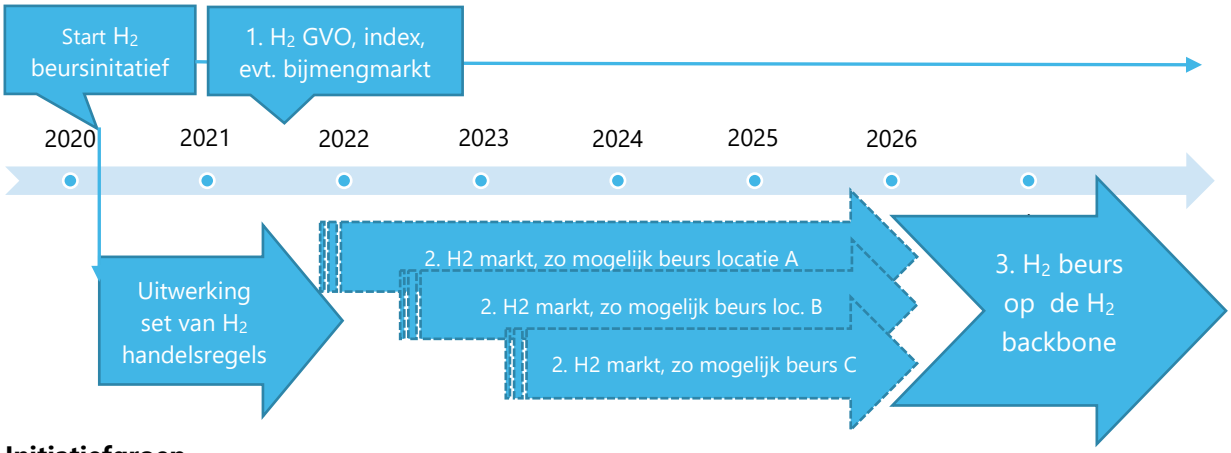
Nederland is hierbij in een unieke uitgangspositie vanwege zijn kosteneffectieve benadering van duurzame energie, de ligging die perfect is zowel voor offshore wind als voor aanlanding van waterstofimport, de rol die de Nederlandse industrie speelt in waterstof en natuurlijk de unieke gasinfrastructuur die voor waterstof omgebouwd en benut zal gaan worden. Ook heeft Nederland een track record op het gebied van energiebeurzen: als ontwerper van systeem van marktkoppeling van de Europese stroombeurzen en uiteraard de totstandbrenging van de leidende gasmarkt op het TTF.

Al met al is dit een goede kans die Nederland heeft, en die aanbeveling verdient om verdere uit te werken. Aanbevolen wordt om een passend initiatief hierin te nemen. Zo zo'n initiatief zou structureel

moeten zijn, gericht op de start, ontwikkeling en uitbouw van het beursinitiatief naarmate dit meegroeit met ontwikkeling van de Waterstofmarkt als geheel. Daarbij zijn drie stappen volgtijdelijk te onderscheiden:

1. Voorlopers van het beursinitiatief tevens wegbereiders voor de markt: een systeem voor een garanties van herkomst en handel daarin, ook tussen mogelijke locaties, en zo mogelijk een prijsindex voor waterstof en/of een markt voor een eventuele bijmengverplichting.
2. Regionale fysieke markten in de aanloopfase gevestigd op de waterstof infrastructuur op een of meer havenlocaties of waterstofdragers zoals ammonia of LOHC's, al dan niet in combinatie.
3. De uiteindelijke waterstofmarkt op de waterstof "backbone" om virtueel handelspunt, over een netwerk met een virtuele hub en met internationale verbindingen naar andere landen.

Dit laat zich samenvatten in de volgende timeline (schematisch, tijden zijn voorbeelden en afhankelijk van de praktische ontwikkelingen):



Initiatiefgroep

Om één en ander in een samenhangend bestel op te zetten en op grond van de ervaring uit iedere beursinitiatieven, zou het beste een initiatiefgroep kunnen worden ingesteld. Deze zou samengesteld kunnen worden uit kringen van belangstellende organisaties, bijvoorbeeld de organisaties die reeds geconsulteerd zijn in deze studie en/of mogelijk andere belangstellenden, aangevuld met vertegenwoordigers van de rijksoverheid en anderen. Auteur van deze studie is ook bereid in zo'n initiatiefgroep zitting te nemen en hierin zo nodig het voortouw te nemen, teneinde ook de ervaring van eerdere energiebeursinitiatieven positief hiervoor aan te wenden.

Een dergelijke initiatiefgroep houdt zich dan bezig met de belangrijkste randvoorwaarden en voorwaardenscheppende activiteiten zoals de eerste vormgeving van een waterstofprijsindex de criteria van een systeem van garanties van oorsprong. Daarnaast kan worden gewerkt aan de uitwerking een set van handelsbevorderende regels als advies aan de waterstofnetwerken in wording lokaal en landelijk, in samenwerking met de neteigenaren en/of beoogde beheerders.

Daarbij hoeft de initiatiefgroep niet alles uiteindelijk te doen of de hoofdverantwoordelijkheid te dragen. Er wordt veeleer voor gezorgd dat ieder vanuit zijn eigen rol rekening houdt met dezelfde uitgangspunten ten behoeve van het gemeenschappelijk belang: de transitie naar klimaatneutrale waterstof is gebaat bij een goede en liquide handel daarin, en de waterstofbeurs is daarbij een belangrijk middel. Een dergelijke werkwijze heeft al goede resultaten afgeworpen: bij de start van elektriciteitsbeurs en gasbeurs en eveneens in internationaal verband bij Europese marktkoppeling van de stroommarkten. De waterstofbeurs kan wat dat betreft putten uit een rijke ervaring.

Bijlage: lijst van geraadpleegde organisaties

In de loop van het onderzoek zijn gesprekken gevoerd met een aantal personen en organisaties, waarvoor hartelijk dank. Deze gesprekken hebben waardevolle inzichten opgeleverd die verwerkt zijn in dit rapport. De verantwoordelijkheid voor het rapport ligt bij de auteur.

Essent

Gasunie

Gasterra

Vopak

Universiteit Delft

Groningen Seaports

Yara Sluiskil

Dow Benelux

Shell

Havenbedrijf Rotterdam

Havenbedrijf Amsterdam

North Sea Port

Clingendael International Energy Programme