

ESG & Economie

Waterstof delven? Niet zo snel...

Georgette Boele – Senior Economist Sustainability | georgette.boele@nl.abnamro.com

Moutaz Altaghlibi – Economist Energy Markets and Energy Transition | moutaz.altaghlibi@nl.abnamro.com

- ▶ **Groene waterstof gaat een essentiële rol spelen in de toekomstige energiemix**
- ▶ **De ontwikkeling van groene waterstof stuit echter op diverse obstakels die de tijdige verwezenlijking van de transitiedoelstellingen bedreigen**
- ▶ **Andere nieuwe manieren om waterstof te produceren, zoals het delven van de waterstof (gouden waterstof) of het produceren van waterstof uit geologische substraten (oranje waterstof) zijn andere opties**
- ▶ **Een beter begrip van de beste locaties, concentraties, meest effectieve detectiemethoden en de bijbehorende kosten behoren tot de uitdagingen voor de ontwikkeling van gouden en oranje waterstof**

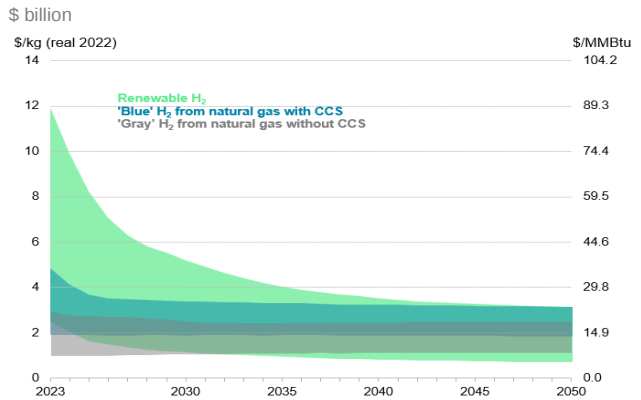
Inleiding

Waterstof is het meest voorkomende element in de natuur. Het heeft het voordeel dat het klimaatneutraal is, omdat bij de verbranding geen broeikasgassen vrijkomen, maar water wordt geproduceerd. Waterstof zal dan ook een belangrijke rol spelen in de energietransitie in Europa en andere delen van de wereld. De uitdaging rond waterstof is echter dat men dacht dat niet direct in de natuur voorkomt en moet worden gewonnen uit andere bronnen zoals water, gas of zelfs uit geologische reservoirs. Er zijn veel voordelen van het gebruik van waterstof in vergelijking met fossiele brandstoffen. Waterstof kan worden gebruikt als alternatieve brandstof in die sectoren waar emissiereductie een grotere uitdaging is en die niet kunnen elektrificeren, zoals de zeevaart (in de vorm van ammoniak of waterstof). Het kan ook een rol spelen bij de opslag van overtollige energie uit hernieuwbare bronnen. Bovendien kan waterstof de handel in elektriciteit tussen niet aangrenzende landen vergemakkelijken. Waterstof kan getypeerd worden met verschillende kleuren, afhankelijk van de bron of de manier waarop het is geproduceerd. Groene, blauwe en grijze waterstof, die we [hier](#) in onze vorige rapport hebben aangestipt, zijn het meest besproken in de literatuur. Er zijn echter ook andere soorten waterstof, zoals witte (ook bekend als gouden waterstof) en oranje waterstof, waar we ons in deze analyse op richten.

Groene waterstof

Groene waterstof wordt geproduceerd door middel van een chemisch proces dat elektrolyse wordt genoemd. Om als groen te worden bestempeld, mogen alleen hernieuwbare energiebronnen worden gebruikt. Elektrolyse gebruikt een elektrische stroom om waterstof te scheiden van zuurstof in water. Omdat de gebruikte elektriciteit afkomstig is van hernieuwbare bronnen, zoals zonne- of windenergie, wordt er tijdens de productie geen koolstofdioxide uitgestoten in de atmosfeer. Maar groene waterstof is ook erg duur in vergelijking met blauwe waterstof (opgewekt uit aardgas met koolstofafvang en -opslag) of grijze waterstof (gebruikt aardgas zonder koolstofafvang en -opslag). De grafiek op de volgende pagina toont de verschillende kostprijsniveaus voor groene, blauwe en grijze waterstof. Om groene waterstof vanuit kosten oogpunt een levensvatbare optie te laten worden, zouden de kosten aanzienlijk moeten dalen.

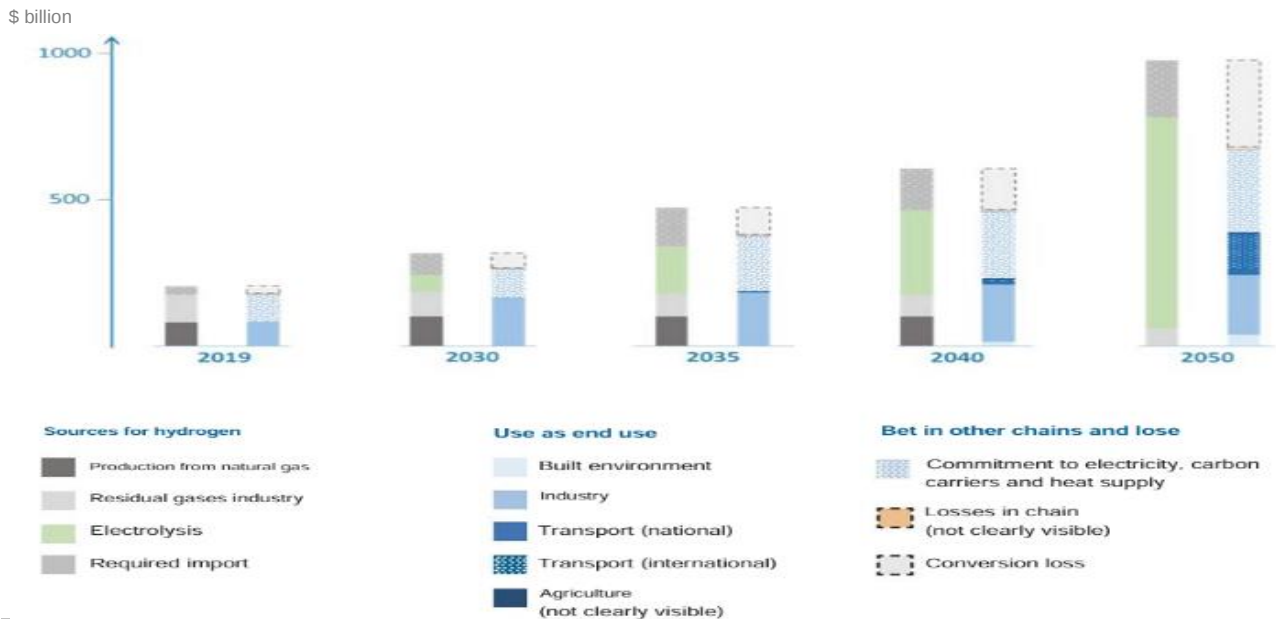
De kostprijs van waterstof tijdens de transitie



Bron: Bloomberg, BNEF

Europa heeft groene waterstof hoog op de transitieagenda gezet, waar het wordt gezien als de strategische transitiebrandstof om de klimaatdoelen en energiezekerheid voor Europa te bereiken. Europa heeft een waterstofstrategie opgesteld (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels) om tegen 2030 in de helft van zijn waterstofbehoefte te voorzien door binnenlandse productie (10 miljoen ton groene waterstof), terwijl de andere helft wordt geïmporteerd. Daarom hebben veel Europese landen plannen gemaakt om waterstof in hun energiemix op te nemen. Zo heeft het Nederlandse Nationale Energieplan (NPE) een routekaart opgesteld voor de ontwikkeling van waterstof in de landenketen tot 2050, zoals te zien is in de grafiek hieronder.

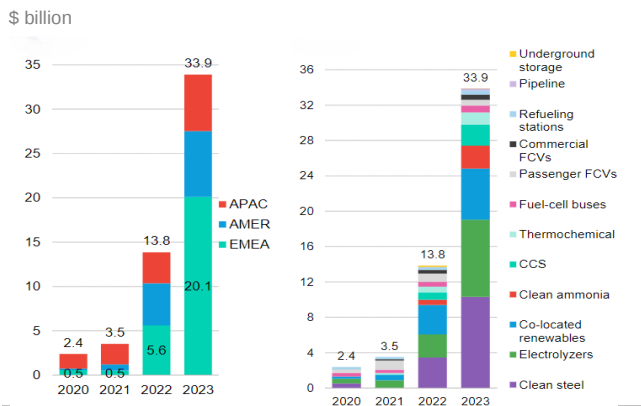
Nederlandse bronnen en gebruik voor waterstof (2019-2050)



Bron: Bloomberg, BNEF

Wereldwijd nemen de waterstofinvesteringen jaarlijks toe. In 2023 bereikte de mondiale investeringen in waterstof gerelateerde onderdelen een waarde van USD 34 miljard. Dat is een stijging van 246% ten opzichte van 2022, zie onderstaande grafiek.

Wereldwijde investeringen per regio (l) en onderdeel (r)



Bron: Bloomberg, BNEF

De productie van groene waterstof bevindt zich echter nog in een vroeg ontwikkelingsstadium. Dit geeft twijfels over de schaalbaarheid ervan, vooral gezien de huidige beperkte hernieuwbare capaciteit in Europa. Daarnaast zijn er veel knelpunten, zoals beperkte netwerkcapaciteit en lange vergunningsprocedures, samen met de onzekerheid over de internationale marktomstandigheden die de tijdige verwezenlijking van de Europese doelstellingen voor groene waterstof in gevaar brengen. Andere nieuwe manieren om waterstof te produceren, zoals het delven van waterstof (witte waterstof), zouden dus een rol kunnen spelen in de energietransitie van Europa.

Witte, gouden of natuurlijke waterstof

Witte, gouden of natuurlijke waterstof zijn verschillende benamingen voor hetzelfde. Lang werd gedacht dat natuurlijke waterstofafzettingen niet konden worden gevormd en tot op heden is er geen grootschalige exploitatie van geologische waterstof uitgevoerd. Deze opvatting is echter veranderd door onderzoek in geologische formaties waar continu waterstof vrijkomt.

Wat is natuurlijke waterstof?

Natuurlijk waterstof is waterstof die diep in de aarde op natuurlijke wijze wordt gemaakt en door ondoordringbare barrières wordt ingesloten op weg naar de atmosfeer, vergelijkbaar met de manier waarop aardolie in de loop der tijd werd opgeslagen. Witte waterstof beschrijft alle waterstof die wordt gegenereerd door het passief opvangen van natuurlijke waterstof uit ondergrondse bronnen. Met andere woorden, het simpelweg onttrekken van natuurlijke waterstof uit de aarde (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels). Hoewel er verschillende bronnen van witte waterstof zijn geïdentificeerd, weten wetenschappers veel minder over het ontdekken van witte waterstof dan over het lokaliseren van olie en aardgas.

Hoe wordt natuurlijke waterstof geproduceerd?

Natuurlijke waterstof wordt voornamelijk geproduceerd door een geochemisch proces dat bekend staat als serpentinisatie, waarbij water reageert met ijzerhoudende mineralen met een laag siliciumdioxidegehalte. Op gunstige locaties kan de geproduceerde waterstof op weg naar de atmosfeer worden ingesloten door ondoordringbaar gesteente en zo een reservoir vormen (zie [hier](#) in Engels). De serpentinisatie van het mineraal olivijn omvat twee hoofdreacties: hydratatie en oxidatie. Een kritische eigenschap van deze gesteenten die een aanzienlijke H₂-productie mogelijk maakt, is hun lage silicagehalte. Daarentegen hebben kiezelzuurrijke gesteenten zoals basalten de neiging om een groter aandeel ijzer (Fe) silicaat alteratiemineralen zoals chloriet en het mineraal amfibool op te slaan. De snelheid waarmee het moedergesteente serpentiniseert, wordt voornamelijk bepaald door drie variabelen: temperatuur, druk en de verhouding tussen water en gesteente. Het optimale temperatuurbereik voor het proces ligt tussen 200 en 300°C (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels). Naast serpentinisatie kan waterstof in de ondergrond ook worden geproduceerd door andere abiotische processen en door microbieel metabolisme. Veel micro-organismen produceren H₂ via fermentatie en stikstoffixatiereacties in hun metabolisme.

Wat zijn de tot nu toe ontdekte reserves?

In april 2023 publiceerde de *US Geological Survey* (USGS) een rapport over natuurlijke waterstof (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels). Daarin stond dat de aarde een enorme hoeveelheid waterstof opslaat. Met behulp van een conservatieve reeks invoerwaarden voorspelt het model een gemiddelde hoeveelheid waterstof die duizenden jaren zou kunnen voorzien in de verwachte wereldwijde vraag naar waterstof. Dit aantal jaar moet echter met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Waterstofvoorraden die te diep begraven liggen, of te ver uit de kust, of in te kleine ophopingen, kunnen misschien nooit economisch worden teruggewonnen (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels). Maar als zelfs maar een klein deel van dit geschatte volume gewonnen zou kunnen worden, zou er waarschijnlijk genoeg waterstof in alle mondiale voorraden zijn om honderden jaren mee vooruit te kunnen. Maar het is belangrijk om te begrijpen of er waterstof bestaat in aanzienlijke accumulaties die economisch toegankelijk zijn, en zo ja, hoe we deze bronnen kunnen vinden. Er zijn landen met bewezen of vermoede afzettingen van natuurlijk waterstof. Onderzoekers van het Franse nationale centrum voor wetenschappelijk onderzoek (CNRS) schatten bijvoorbeeld potentiële voorraden van 6 tot 250 miljoen ton waterstof in het noordoostelijke Franse Lotharingse steenkoolbekken (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels). Ook in Spanje beweert het bedrijf Helios Aragón dat het een groot reservoir heeft ontdekt dat tot 1,18 miljoen ton natuurlijke waterstof zou kunnen bevatten (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels).

Uitdagingen voor de ontwikkeling van natuurlijke/witte/gouden waterstof

Er zijn verschillende uitdagingen die het aanboren van deze enorme bronnen op de korte termijn in de weg zouden kunnen staan. Ten eerste proberen onderzoekers, ingenieurs en geowetenschappers nog steeds te bepalen waar deze waterstof het meest voorkomt, vooral bij hogere gasconcentraties, en of/hoe witte waterstof vast komt te zitten in verschillende geologische formaties. Bovendien moeten de detectiemethoden worden verbeterd. Ten tweede komt natuurlijke waterstof vaak voor in gebieden die nog niet door de olie- en gasindustrie zijn onderzocht en is de wetenschap die de ontdekking ervan ondersteunt nog erg onvolwassen (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels). Ten derde moet de winning en opslag van deze waterstof worden geoptimaliseerd. De winning van natuurlijke waterstof kan worden uitgevoerd door de technologie die momenteel wordt gebruikt voor de winning van aardgas aan te passen. Ten slotte staat de winning van natuurlijke waterstof nog in de kinderschoenen. Het zal veel tijd kosten om van ontdekking tot productie te komen. Volgens het Internationale Energieagentschap (IEA) bedraagt de gemiddelde doorlooptijd van ontdekking tot productie wereldwijd bijna 17 jaar voor een mijnexploitatie. Kredietbeoordelaar Standard's & Poor (S&P) schatte een gemiddelde van 15,7 jaar voor 127 mijnen. Zelfs als het proces sneller zou verlopen, zal de waterstof niet op korte termijn op de markt zijn en zelfs niet tegen 2030. Als rekening wordt gehouden met de gemiddelde tijd, zouden de mijnen net voor 2050 operationeel kunnen zijn. Een meer praktisch probleem is dat in veel van de ontdekte afzettingen, zoals die in Spanje, waterstof wordt aangetroffen samen met methaan, dat moet worden gescheiden en terug in de mijn moet worden geïnjecteerd.

Als we verder gaan met natuurlijke waterstof, zijn er nog andere cruciale vragen die beantwoord moeten worden, bijvoorbeeld:

- Wat is de koolstofvoetafdruk van de exploratie en productie?
- Wat zijn de kosten van exploratie, ontwikkeling en productie?
- Wat zijn de kosten van natuurlijke waterstof in vergelijking met groene, blauwe en grijze waterstof?

Door dergelijke vragen te beantwoorden, zullen we een beter inzicht krijgen in de bijdrage die natuurlijke waterstof kan leveren aan onze koolstofarme toekomst.

Oranje waterstof

Naast natuurlijk waterstof wordt een andere waterstofbron overwogen die uit geologische substraten wordt geproduceerd: oranje waterstof. Oranje waterstof is het resultaat van de antropogene stimulering van dezelfde geochemische processen die natuurlijke waterstof produceren. Oranje waterstof wordt namelijk gevormd door een met CO₂ verrijkte wateroplossing in reactieve, ijzerrijke rotsformaties te pompen. Wanneer de CO₂-oplossing een interactie aangaat met ijzer-, magnesium- en calciumoxide onder voldoende geothermische hitte en druk, leiden geochemische reacties binnen enkele uren tot dagen tot de neerslag van vaste carbonaten en waterstofgassen, die vervolgens worden teruggewonnen uit de vloeistof. Het voordeel is dat de beoogde geologische formaties ook kunnen worden gebruikt als opslagplaats voor CO₂. De benodigde energie

wordt op natuurlijke wijze geleverd door de omgeving in de vorm van geothermische energie (zie [hier](#) voor meer informatie in Engels). Het proces combineert dus de principes van koolstofvastlegging en aardwarmte. IJzerrijke gesteenten komen over de hele wereld voor en vormen ongeveer 5% van de aardkorst (zie [hier](#) in Engels). Er zou dus een groot potentieel kunnen zijn voor de ontwikkeling van oranje waterstof. Door het veel voorkomen van deze materialen zou de voorraad oranje waterstof genoeg zijn om de wereld duizenden jaren van energie te voorzien. Maar de uitdagingen en vragen rond oranje waterstof zijn vergelijkbaar met die voor natuurlijke waterstof, aangezien de productie van natuurlijke en oranje waterstof beide nog in de kinderschoenen staan.

Conclusie

Om af te stappen van fossiele brandstoffen en de klimaatdoelstellingen te halen, wordt het essentieel om waterstof op te nemen in de toekomstige energiemix. Waterstof wordt meestal gelabeld met kleuren die het productieproces weergeven. Veel landen hebben plannen opgesteld om groene waterstof in hun energiemix op te nemen, waarbij wereldwijde investeringen in verschillende delen van de waterstofwaardeketen in een stroomversnelling komen. De ontwikkeling van groene waterstof stuit echter op veel obstakels die de tijdige verwezenlijking van de doelstellingen bedreigen. Andere nieuwe manieren om waterstof te produceren, zoals het delven van waterstof (gouden waterstof) of het produceren van waterstof uit geologische substraten (oranje waterstof) zijn veelbelovende bronnen van waterstof. De ontwikkeling van gouden en oranje waterstof staat echter nog in de kinderschoenen en een beter begrip van de beste locaties, concentraties, meest effectieve detectiemethoden en de bijbehorende kosten behoren tot de uitdagingen voor de ontwikkeling van deze soorten waterstof.

DISCLAIMER

Dit document is opgesteld door ABN AMRO. Het is uitsluitend bedoeld om financiële en algemene informatie over economie te verstrekken. De informatie in dit document is strikt vertrouwelijk en wordt u uitsluitend ter informatie verstrekt. Het mag niet (geheel of gedeeltelijk) worden gereproduceerd, gedistribueerd of doorgegeven aan derden of worden gebruikt voor andere doeleinden dan hierboven vermeld. Dit document is informatief van aard en vormt geen aanbod van effecten aan het publiek, noch een uitnodiging tot het doen van een dergelijk aanbod.

Er mag voor geen enkel doel worden vertrouwd op de informatie, meningen, voorspellingen en veronderstellingen in het document of op de volledigheid, nauwkeurigheid of billijkheid ervan. Er wordt door of namens ABN AMRO, haar directeurs, functionarissen, agenten, gelieerde ondernemingen, groepsmaatschappijen of werknemers geen verklaring of garantie, expliciet of impliciet, gegeven met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de informatie in dit document en er wordt geen aansprakelijkheid aanvaard voor enig verlies dat direct of indirect voortvloeit uit het gebruik van dergelijke informatie. De opvattingen en meningen in dit document kunnen op enig moment wijzigen en ABN AMRO is niet verplicht om de informatie in dit document na de datum van dit document te actualiseren.

Voordat u in een product van ABN AMRO Bank N.V. belegt, dient u informatie in te winnen over de verschillende financiële en andere risico's en mogelijke beperkingen waarmee u en uw beleggingsactiviteiten te maken kunnen krijgen op grond van toepasselijke wet- en regelgeving. Als u na het lezen van dit document overweegt om in een product te beleggen, wordt u geadviseerd om een dergelijke belegging te bespreken met uw relatiebeheerder of persoonlijke adviseur en na te gaan of het betreffende product - gezien de risico's - past binnen uw beleggingsactiviteiten. De waarde van uw beleggingen kan fluctueren. In het verleden behaalde resultaten bieden geen garantie voor de toekomst. ABN AMRO behoudt zich het recht voor om wijzigingen aan te brengen in dit materiaal.

© Copyright 2024 ABN AMRO Bank N.V. en gelieerde bedrijven ("ABN AMRO")