

Waterstof lijkt een wondermiddel. Het veelbelovende gas dat bij verbranding enkel schoon water uitstoot moet de overstap naar duurzame energie in Nederland gaan redden. Maar is dat niet al te rooskleurig? Over waterstof doen hardnekkige misverstanden de ronde.

■ Michiel Kerpel

Toekomst die waterstof

Eerst maar eens een misverstand uit de weg ruimen. Waterstof is géén energiebron. Het gas komt niet in de vrije natuur voor. Zodoende kan het dus ook niet als bron aangeboord worden in de bodem, zoals bij aardolie, aardgas en steenkolen het geval is. In plaats daarvan moet het in een fabriek gemaakt worden. Een proces dat juist energie vergt.

Waterstof valt dan ook het beste te vergelijken met elektriciteit. Het is een energiedrager. Bij het maken van dit goede wordt er energie opgeslagen die op een later moment weer gebruikt kan worden.

Wie denkt dat het maken van waterstof vooral toekomstmuziek is: niets is minder waar. Per jaar gaat er alleen in Nederland al meer dan 1 miljoen ton waterstof door, vertelt Lennart van der Burg, business developer waterstof bij ECN (onderdeel van TNO). Waterstof wordt door de olie-industrie gebruikt om producten zoals benzine te ontzwaren. En kunststofabrikanten gebruiken het als grondstof voor het maken van ammoniak (zie ook graphic). „Om die 1 miljoen ton waterstof te produceren is 3 à 4 miljard kuub aardgas nodig. Alleen al 10 procent van het totale aardgasgebruik in Nederland komt voor rekening van de waterstofproductie.”

Emissieloos

Het gebruik van aardgas ontkracht al direct een tweede misverstand over waterstof. De stof is niet per definitie duurzaam. „Het gebruik is emissieloos, maar de productie niet. Daar komt nu nog aardgas aan te pas en in het buitenland zelfs steenkool. Het rijden op grijs waterstof is dus zeker niet duurzaam te noemen, door CO₂-emissies bij de productie. Een voordeel is wel: geen schadelijke, lokale emissies.”

Dé uitdaging voor de toekomst is het produceren van waterstof waar geen CO₂ bij vrijkomt, ook wel groen waterstof genoemd (zie ook kader “Grijs, blauw, groen en turquoise”). Van der Burg, die ook programmamanager groen waterstof is bij TNO: „Als het om makkelijk beschikbare energie gaat, wint niets het van fossiele brandstoffen. Het is niet voor niets dat we nu zo vastzitten aan olie en gas. Energetisch hebben fossiele

Grijs, blauw, groen en turquoise

Grijs waterstof: net als bij grijze of groene stroom verwijst grijs waterstof naar de manier van produceren. Grijs waterstof wordt gemaakt met behulp van aardgas en is dus vervuilend. Aardgas reageert met stoom tot waterstof en het broeikasgas CO₂.

Blauw waterstof: kent een vergelijkbare productie als grijs waterstof. Alleen wordt de vrijgekomen CO₂ grotendeels afgevangen en opgeslagen in bijvoorbeeld een leeg gasveld. Ook wel: “low carbon hydrogen”.

Groen waterstof: dit waterstof is geproduceerd met duurzame energie. Meestal gebeurt d't met behulp van groene stroom en het chemische proces dat elektrolyse wordt genoemd. Bij elektrolyse wordt water gesplitst in waterstof en zuurstof. Een andere benaming: “renewable hydrogen”.

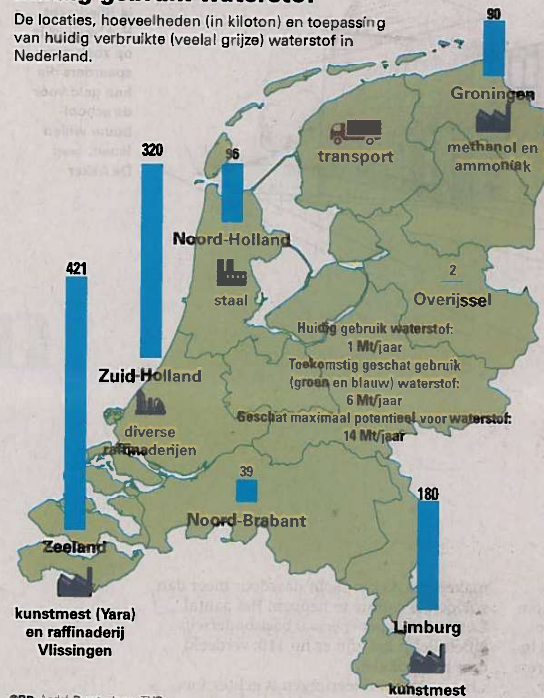
Turquoise waterstof: aardgas wordt over een bed gesmolten metaal geleid. Hierbij ontstaat waterstof. Verder komt er in plaats van CO₂ bij dit proces vaste koolstof vrij. Dit bijproduct heeft weer andere, nuttige toepassingen. Nog in een zeer experimenteel stadium.



Van der Burg, beeld TNO

Huidig gebruik waterstof

De locaties, hoeveelheden (in kiloton) en toepassing van huidig verbruikte (veelal grijze) waterstof in Nederland.



©RD, André Dorst – bron: TNO

brandstoffen namelijk de hoogste energiedichtheid bij atmosferische druk. Het grote probleem: de CO₂-uitstoot, met klimaatverandering tot gevolg. Dus hebben we met elkaar afgesproken dat we van die fossiele brandstoffen af willen.”

Nederland zet vol in op duurzaam waterstof. Sinds september vorig jaar heeft ons land zelfs een speciale waterstofgezaant. Volgens Noé van Hulst, die deze functie bij het ministerie van Economische Zaken en Klimaat bekleedt, laat zijn aanstelling zien dat Nederland koploper wil zijn op waterstofgebied. „Nederland is daarvoor ook uniek gepositioneerd. Er komen ten minste drie gunstige factoren samen om voorop te lopen met waterstof. Allereerst ligt er in ons land een zeer uitgebreide gasinfrastructuur die goed herbruikbaar is voor waterstof. Daarnaast hebben we een enorm potentieel voor wind op zee, wat kansen biedt voor groen waterstof. Tot slot is er een vooruitstrevende industrie die volop waterstof gebruikt en wil decarboniseren. Een en ander

„In Afrika liggen in de toekomst volop zonnepanelen. Dan heb je geel waterstof uit de Sahara”

komt mooi samen in clusters, zoals de Eemshaven en de Rotterdamse haven.”

Een andere reden waarom Nederland inzet op waterstof is economisch voordeel. Van Hulst: „Niet alleen haal je de klimaatdoelen, maar het levert ook banen en groei op. Als je op dit terrein vooroploopt, kun je kennis en kunde naar het buitenland exporteren.”

Als stip aan de horizon voor Nederland komt in het huidige debat nog weleens de term

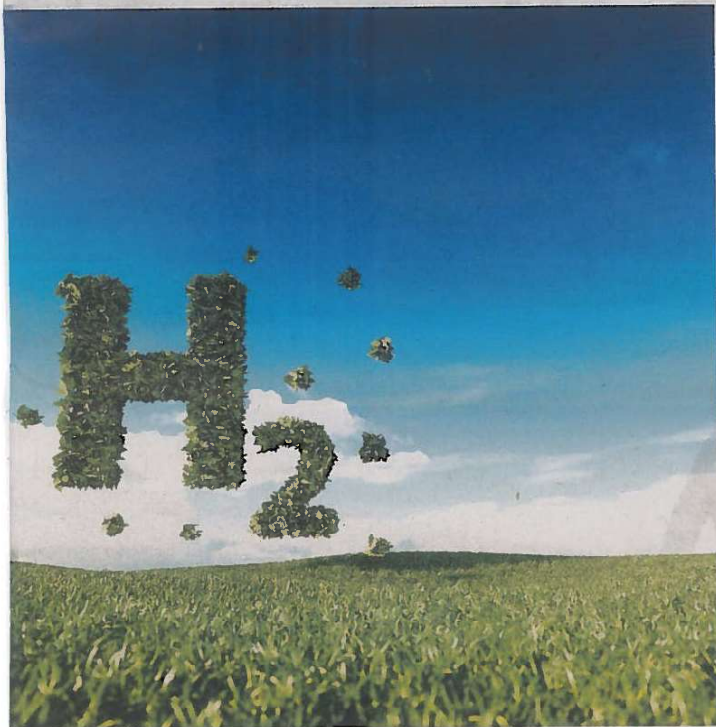
waterstofeconomie voorbij. Zo'n economie heeft groen waterstof als belangrijkste energiedrager. Daarvoor is een omschakeling nodig, omdat tegenwoordig vrijwel alles nog draait om fossiele brandstoffen. Het begrip waterstofeconomie bezigt Van Hulst liever niet. „Het suggereert dat waterstof de oplossing voor alle problemen is. Daarin geloven we niet. Als er betere, kostenefficiëntere alternatieven zijn, bijvoorbeeld groene elektrificatie, dan hebben die de voorkeur. Wel wordt waterstof een essentieel onderdeel van de energietransitie in sectoren die moeilijk te decarboniseren zijn: de industrie en het zware transport. Verder kan het goed gebruikt worden als seizoensopslag.”

Dat waterstof op de langere termijn een belangrijke rol gaat vervullen, onderschrijft TNO-expert Van der Burg. „We hebben nu eenmaal alternatieven nodig voor de fossiele brandstoffen die we massaal gebruiken. In de moeilijk te verduurzamen sectoren, waaronder ook de luchtvaart valt, zie ik weinig andere



Waterstof gaat een belangrijke rol spelen in het duurzame energiesysteem van de toekomst. Deel 1: achtergronden over waterstof

heet



TNO-expert Van der Burg over waterstof: „De techniek moet volwassen worden, het is nu een brugklasleerling.” beeld iStock

opties naast waterstof. Ik denk dat in 2050 –of misschien al eerder– 40 procent van de energie in de vorm van waterstof wordt gebruikt. Tegen die tijd importeren we waarschijnlijk op grote schaal groen waterstof per schip. Want uiteindelijk is waterstofproductie een kwestie van vraag en aanbod. En dan speelt: waar kun je het gas het goedkoopst produceren? In Afrika liggen in de toekomst volop zonnepanelen. Dan heb je geel waterstof uit de Sahara.”

Hobbels

Voor de overstap naar een economie die deels draait op groen waterstof zijn er nog veel hobbels te nemen. Volgens Van der Burg is er allereerst meer elektriciteit uit onder meer wind en zonnepanelen nodig. Op dit moment komt zo'n 16 procent van alle opgewekte elektriciteit uit een duurzame bron. In de transitie ligt anders al snel het gevaar op de loer om waterstof te maken met behulp van grijze stroom, waarschuwt de waterstofexpert. „Vanuit het oogpunt van klimaat ben je dan

„Als je vooroploopt met waterstof, kun je kennis en kunde naar het buitenland exporteren”

slecht bezig. Je maakt eerst met een kolencentrale stroom en vervolgens zet je die ook nog eens met rendementsverlies om in waterstof.”

Het rendementsverlies is sowieso een kritiekpunt in de waterstofdiscussie. Elke omzetting kost immers energie. Eerst wordt er van elektriciteit waterstof gemaakt, waarbij het maximale energetisch rendement op dit moment ongeveer 65 procent is. De rest van de energie gaat verloren als restwarmte. „Deze hobbel is een technische. Er zijn innovaties nodig op het gebied van de elektrolyzers. Onlangs opende de koning in Groningen een waterstoffabriek van 1 MW, een mooi project, maar het is nog niet zo gek veel. Die installaties moeten opschalen en zeker duizend keer zo groot worden. Elektrolyzers

kunnen ook efficiënter werken en er zitten nog schaarse materialen in. Oftewel: de techniek moet volwassen worden, het is nu een brugklasleerling.”

Het werk van speciaal gezant Van Hulst moet bijdragen aan het oplossen van genoemde knelpunten. „Het is mijn taak om met andere landen samenwerkingsverbanden op te zetten. Door internationaal samen te werken versnel je de opschaling van de waterstofproductie en gaan ook de kosten van duurzaam waterstof sneller omlaag. Nu is het nog relatief duur.”

Naast de voortschrijding van de techniek is er volgens TNO'er Van der Burg nog een belangrijke sleutel naar een duurzame economie. „Die oplossing is even simpel als charmant: minder energie gebruiken.”

Gebonden aan zuurstof of koolstof

Waterstof is het meest voorkomende element op aarde. Het is het eerste en daarmee lichtste element van het periodieke systeem. De chemische notatie: de letter H. Waterstof is onder normale omstandigheden altijd gebonden aan een ander waterstofatoom (H₂, dus) en is dan een gas. De meeste waterstofatomen in de vrije natuur zijn gebon-

den aan andere deeltjes. Bijvoorbeeld aan zuurstof (denk aan water, H₂O) of koolstof (denk aan methaan, CH₄).



Hoeveel energie zit er in waterstof?

Waterstof is bij verbranding de chemische stof met de hoogste energiedichtheid. In totaal levert verbranding 125 MJ per kilogram op. Ter vergelijking: de energiedichtheid van methaan (hoofdbestanddeel van aardgas) is 50 MJ/kg. De hoge energiedichtheid klinkt veelbelovend, maar daar is het een en ander op af te dingen. Onder normale omstandigheden is waterstof een zeer licht gas en

bevat het maar weinig brandbare moleculen per volume-eenheid. In vergelijking met vloeibare brandstoffen is de energiedichtheid per liter dus laag. Alleen onder hoge druk (waarbij veel moleculen waterstof in een liter worden gepropt) kan het enigszins concurreren met andere brandstoffen: 5 MJ/l (onder 700 bar), tegen zo'n 32 MJ/l voor benzine of 25 MJ/l voor LPG.

Apart hoofdstuk in het klimaatakkoord

Aan waterstof is een apart hoofdstuk gewijd in het klimaatakkoord dat het kabinet op 28 juni 2019 presenteerde. De regering gaat er –vanwege internationale ontwikkelingen– van uit dat er wereldwijd een grote waterstofmarkt komt. Waterstof wordt gezien als een belangrijke pijler onder het energiesysteem van de toekomst. Voor het waterstofprogramma is als ambitie geformuleerd om in 2030 een vermogen van 3 tot 4 GW aan elektrolyzers (waterstoffabriekjes) te hebben staan. Er worden vijf (toekomstige) rollen voor waterstof onderscheiden:

- Waterstof als grondstof voor de industrie: bijvoorbeeld voor de productie van kunstmest.
- Waterstof voor industriële proceswarmte: er zijn geen CO₂-vrije alternatieven om de hoge temperaturen te bereiken.

- Waterstof als buffer en transportmiddel: waterstof kan gebruikt worden om weerafhankelijke duurzame energie voor langere tijd op te slaan en is een medium om energie over grote afstanden te vervoeren.
- Waterstof als transportbrandstof voor mobiliteit: vooral wordt er gedacht aan zwaar wegtransport, scheepvaart en personenvervoer over grote afstanden.
- Waterstof voor de verwarming van woningen; als deze moeilijk op een andere manier duurzaam en aardgasvrij te verwarmen zijn.

In de waterstofstrategie valt onder duurzame waterstof niet alleen de groene variant, maar ook de blauwe. Het uiteindelijke doel is groen waterstof, maar blauw waterstof (met opslag van CO₂) kan op kortere termijn een belangrijke rol spelen.