

Auteur Rob van Mil

# Verwarmen met waterstof is meer dan een niche-oplossing

*We moeten onze gebouwde omgeving zo snel mogelijk zonder fossiele brandstoffen van energie voorzien. Verwarming, koeling en elektriciteit mogen we straks niet meer met gas of kolen produceren. Duurzaam opgewekte elektriciteit en duurzame warmte zijn belangrijke alternatieven. Maar er gloort ook een kansrijke en voorname rol voor duurzaam opgewekte waterstof. En die kansen zijn mogelijk veel groter dan we nu kunnen voorzien.*

Waterstof is als energiedrager al jaren in gebruik en voor vele toepassingen. In de industrie vooral, en ook in de automotive en scheepvaart, maar nog niet of nauwelijks in de gebouwde omgeving. Daar willen verschillende marktpartijen de komende jaren verandering in aanbrengen. Met de groeiende noodzaak om zo snel als mogelijk van fossiele brandstoffen los te komen, hebben we niet de luxe om potentiële, klimaatneutrale energiedragers links te laten liggen. Vandaar dat begin 2019 in de Rotterdamse deelgemeente Rozenburg de 1e woningen met pure waterstof zullen worden verwarmd.

Daarnaast ontwikkelt ook Deltawind, de energiecoöperatie in de gemeente Goeree-Overflakkee, concrete plannen om uiteindelijk een compleet dorp op waterstof in plaats van aardgas aan te sluiten. Deze initiatieven zijn pilots die moeten uitwijzen of duurzaam opgewekte waterstof een serieus alternatief vormt voor aardgas, om zo de verduurzaming van de gebouwde omgeving een impuls te geven. Bedrijven als netbeheerder Stedin, ketelfabrikant Remeha en waterstofspecialist Hygro participeren in deze projecten of leveren kennis om deze pilots tot serieuze projecten uit te bouwen.



## Zien of het echt werkt

"Wij willen in de Rotterdamse deelgemeente Rozenburg ervaring opdoen met het verwarmen van woningen met 100% waterstof", vertelt Koen de Lange, woordvoerder van Stedin. "Het is voor het eerst dat er in ons land woningen met pure waterstof worden verwarmd en dat daarvoor hr-ketels worden gebruikt. Als Stedin leggen we een aparte aanvoerleiding aan waarmee we duurzame waterstof naar het ketelhuis van het appartementencomplex transporteren. In het ketelhuis hangen zowel een ketel van Bekaert Heating als van Remeha, die straks de pure waterstof kunnen verbranden en omzetten in warmte."

Volgens De Lange is het belangrijk dat in dit project meerdere partners samenwerken. Naast Bekaert Heating en Remeha zijn dat in Rozenburg ook DNV GL, de gemeente Rotterdam, woningstichting Ressorst Wonen en netbeheerder Stedin. "Belangrijkste is dat we, samen met de bewoners, gaan ervaren of een dergelijke energievoorziening probleemloos werkt. Daarom behouden we in de stookruimte ook de bestaande, aardgas gestookte cv-ketels. Voor het piekverbruik of voor als we met de ketels op waterstof een probleem ervaren, kunnen we terugvallen op de conventionele ketels", zegt De Lange. "Het ultieme doel is om te ervaren of deze technologie een bijdrage kan leveren aan de klimaatdoelstellingen. Bij de verbranding



**Figuur 1:** In de Rotterdamse deelgemeente Rozenburg wordt ervaring opgedaan met het verwarmen van woningen met 100% waterstof.

van waterstof komt, in tegenstelling tot aardgas, geen CO<sub>2</sub> vrij. Overigens is deze proef een voortzetting op het bestaande Power2Gas project in Rozenburg. In dat project produceren we al synthetisch gas voor de verwarming van een appartementencomplex van Ressorit Wonen. In deze nieuwe pilot willen we begin 2019 met groene stroom lokaal waterstof produceren, dat we vervolgens via ons nieuwe gasnet naar het appartementencomplex transporteren."

#### Leidingnet is zeer geschikt

Dat Stedin hier een aparte leiding voor waterstof aanlegt, komt omdat niet alle ketels in de stookruimte op waterstof overstappen. Het is echter wel mogelijk om waterstof door bestaande aardgasleidingen te transporteren, zo blijkt ook uit onderzoek dat Kiwa voor de gezamenlijke, Nederlandse netbeheerders uitvoerde. "De nieuwe leiding die we in Rozenburg aanleggen is gemaakt van hetzelfde materiaal en heeft dezelfde samenstelling als die we voor gasleidingen gebruiken", aldus De Lange. Het rapport Toekomstbestendige gasdistributienetten dat na het onderzoek van Kiwa is uitgebracht, schrijft als belangrijkste conclusie "dat het bestaande gasnetwerk met de juiste maatregelen prima kan worden ingezet

om duurzame gassen zoals (100%) waterstof en biomethaan te distribueren. Daar waar distributie van duurzame gassen gewenst is, kan het gasnet van de toekomst in grote mate gelijk blijven aan het huidige aardgasnetwerk. De belangrijkste aanpassing voor de netbeheerders betreft het meten en de verrekening van de geleverde hoeveelheid energie. Een andere voorwaarde is dat bij de eindgebruiker de toestellen geschikt worden gemaakt voor 100% waterstof en biomethaan."

Ook zijn er volgens de onderzoekers van Kiwa geen problemen met de veiligheid te verwachten, mits we aan een aantal aandachtspunten voldoen. "Een minimaal vereiste voorzorgsmaatregel is waterstof en biomethaan een herkenbare geur te geven, bij voorkeur met behulp van een zwavelvrij odorant. Een ander belangrijk aandachtspunt zijn de te hanteren veiligheidsmaatregelen bij ongewenste uitstroom van gas, zoals bij graafschades. Het veiligheidsaspect verdient ook extra aandacht bij het in pandig gebruik van waterstof." Wel ontbreekt het volgens Kiwa nog aan een kwantitatieve beoordeling van de risico's en de effectiviteit van de te nemen maatregelen.

#### 550 woningen naar waterstof

Voor Deltawind, de energiecoöperatie van Goeree-Overflakkee, zijn deze resultaten in elk geval een steun in de rug om voor de verduurzaming nadrukkelijk naar waterstof te kijken. "In ons streven om samen met de gemeente Goeree-Overflakkee ons eiland van aardgas los te maken, willen wij heel graag de mogelijkheden van waterstof onderzoeken", vertelt Monique Sweep, directeur van Deltawind. Met 3 windparken en een zonnepark produceert Deltawind al meer duurzame elektriciteit dan het totale verbruik van alle huishoudens op Goeree-Overflakkee. Bovendien zijn 2 nieuwe windparken in ontwikkeling en is de opschaling van een van de bestaande windparken in voorbereiding. "Het is niet eenvoudig om alle woningen in onze gemeente 'all-electric' te maken. Er zijn verschillende, kleine kernen op ons eiland met relatief veel oude, vrijstaande woningen. Deze transformeren naar all-electric is lastig en kostbaar.

Tegelijk constateren we dat er een overspannen bouwmarkt is en dat het op grote schaal verduurzamen op korte termijn niet haalbaar is. Daarom hebben we het plan om als pilot een van die gemeenschappen, Stad aan het Haringvliet, volledig op waterstof te laten overstappen. We hebben dit met de dorpsraad besproken en de vertegenwoordigers van het dorp staan achter dit idee. Het gaat hier om circa 550 woningen die, als we hen op waterstof kunnen laten stoken, waarschijnlijk op korte termijn veel minder ingrijpende renovaties hoeven uit te voeren dan wanneer iedereen nu een warmtepomp moet aanschaffen", vertelt Sweep. "Het

ingrijpend verduurzamen van de woningen kun we daarmee beter laten aansluiten bij de natuurlijke momenten, zoals verhuizing, verbouwing en onderhoud.

#### Pilot om te kunnen leren

“De aanleiding om dit project te starten waren 3 belangrijke overwegingen: als 1e de logica om het moment van verduurzaming van de woning te laten aansluiten bij de behoefte van het huishouden. De 2e was het feit dat waterstof door de bestaande gasleiding kan en als 3e de noodzaak om waterstofproductie en -afname aan elkaar te koppelen. En dat kan dus met een windturbine.” De vraag wie de turbine gaat plaatsen is volgens Sweep nog niet beantwoord. Het mooiste zou zijn, zo zegt ze, als die turbine eigendom van het dorp wordt. Om zo snel mogelijk binnen deze pilot te kunnen gaan leren, wil Deltawind begin 2019 starten met een paar woningen waar de cv-ketel op waterstof gaat draaien.

Daarvoor heeft Deltawind de samenwerking met Remeha gezocht. Deze ketelfabrikant ziet eveneens goede mogelijkheden voor energietoestellen die met duurzaam opgewekte waterstof of synthetisch gas warmte en eventueel ook elektriciteit opwekken. Marco Bijkerk, manager innovatieve technieken bij Remeha, vindt het belangrijk dat we binnen de energietransitie het speelveld verbreden. “Bij de huidige tendens waarbij we vooral inzetten op nul-op-de-meter en ‘all-electric’ vergeten we voor het gemak even hoe het echt zit. In de zomer voeden we via deze concepten een overvloed aan duurzame stroom op het net, terwijl we er eigenlijk geen bestemming voor hebben. En in de winter kopen we allemaal stroom dat door gas- en kolencentrales wordt opgewekt. En dat noemen we energieneutraal. Daarmee is de salderingsregeling

eigenlijk een stimulering voor carboniseren. Wij hebben het rekenwerk gedaan en slechts 20 procent van de elektriciteitsbehoefte van een warmtepomp per jaar kun je uit eigen pv-panelen halen, ongeacht hoeveel je er op je dak legt. 80 procent van de stroom heb je nodig als er geen of onvoldoende zon is, en komt dus uit gascentrales.”

#### Energiedrager versus energiebron

Wat Bijkerk het meeste stoort in de huidige verduurzamingsdiscussies is dat het veel te vaak gaat om de vraag of we elektriciteit, gas of warmte moeten gebruiken. “Gaat het ons nu om de energiedrager of gaat het ons om CO<sub>2</sub>-reductie? CO<sub>2</sub> is het probleem! Wij maken in dit land ruzie om de drager, de vrachtwagen, maar we kijken helemaal niet naar de lading van die vrachtwagen. Het maakt niet uit welke drager ons de energie levert, want we kunnen alle energiedragers schoon maken. Daarom moet de bron van de energie schoon zijn.”

“De grote uitdaging bij elektriciteit zit hem in de opslag. Zijn we in staat om energie een seizoen of een half jaar op te slaan? Zo'n lange periode kan alleen met moleculen. Dat kan waterstof zijn, maar ook synthetisch gas. Met waterstof en CO<sub>2</sub> kunnen we water en methaan maken. En methaan lijkt veel op ons aardgas. Zowel waterstof als synthetisch gas kunnen we best eenvoudig – met relatief eenvoudige, technische aanpassingen – verbranden in onze huidige gastoestellen.

Het grote voordeel daarbij is dat wij een zeer efficiënte gasinfrastructuur hebben liggen. Deze is zo

**Figuur 2:** Waterstof maken van duurzaam opgewekte energie, zoals windenergie, dat is het plan van windenergiecoöperatie Deltawind. Om zo snel mogelijk binnen deze pilot te kunnen gaan leren, wil Deltawind begin dit jaar starten met een paar woningen waar de cv-ketel op duurzame waterstof gaat draaien.



groot en omvangrijk dat het zonde is om hem af te danken. Zeker als we daarvoor in de plaats hele grote bedragen gaan investeren in het verzwaren van ons elektriciteitsnet. Bedenk wel dat transport van energie via het elektriciteitsnet 10 keer zo duur is dan energie transporteren via het gasnet. En het transport van energie via warmte is op zijn beurt weer 10 keer duurder dan via elektriciteit. Het gasnet is dus ons grootste asset. We moeten alleen zorgen dat we gas uit duurzame bronnen gaan gebruiken. Windmolens kunnen synthetisch gas en waterstof produceren. Die productie heeft inmiddels al een hoger rendement dan de productie van elektriciteit met windmolens", zegt Bijkerk. "Daarom moeten we de energiedrager die we willen gebruiken afhankelijk maken van de locatie en de omstandigheden. Dan hoeven we geen miljarden uit te geven aan eenzijdige netverzwaring."

### Geïntegreerde elektrolyse

De stelling dat de productie van energie in de vorm van waterstof met windmolens inmiddels een hoger energetisch rendement heeft dan de productie energie in de vorm van elektriciteit, wordt bevestigd door Jan Willem Langeraar, business developer bij de startup Hygro. Het bedrijf werkt aan windmolens waarin de productie van waterstof wordt geïntegreerd. Dit betekent dat de turbine een systeem voor elektrolyse bevat dat de opgewekte elektriciteit direct gebruikt om water te splitsen in zuurstof en waterstof. "Deze methode maakt dat we meer energie in de vorm van waterstof kunnen winnen dan wanneer we elektriciteit op het net zouden zetten. Enerzijds komt dit doordat windturbines – vanwege economische keuzes –

boven gemiddeld windkracht 5 niet meer elektriciteit produceren. Terwijl onze generator ook bij meer wind waterstof blijft produceren. Anderzijds is ons systeem, ondanks de omzettingsverliezen, goedkoper doordat we minder componenten nodig hebben en minder energie aan transportverliezen kwijt zijn."

Hygro werkt in Noord-Holland met meerdere partners aan het project Duwaal. De realisatie van de allereerste waterstofwindmolen in de Wieringermeer wordt gecombineerd met de distributie van waterstof naar minimaal 5 locaties voor het tanken van waterstof voor vrachtwagens en auto's. Uiteindelijk is



**Figuur 3:** Een van de pilot-gemeenschappen is Stad aan het Haringvliet. Hier gaan circa 550 woningen over op waterstof, waardoor deze woningen veel minder ingrijpend gerenoveerd hoeven te worden dan als er een warmtepomp in moet komen.

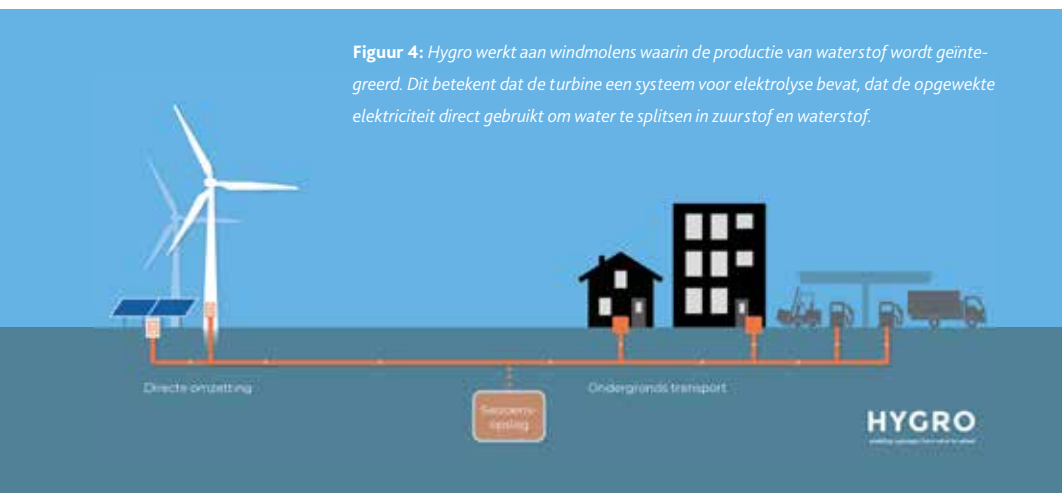
het doel om 100 vrachtwagens en verschillende kleinere voertuigen op deze duurzaam opgewekte waterstof te laten rijden.

### Gebruiks- en opwekprofielen

Het is volgens Langeraar in principe mogelijk om de turbines die waterstof opwekken ook voor de gebouwde omgeving in te zetten. Deltawind heeft hiervoor al contact gezocht met Hygro, juist omdat de coöperatie veel ervaring heeft met windenergie. "De kunst is alleen om de gebruiksprofielen en het opwekprofiel van waterstof op elkaar af te stemmen. Woningen en gebouwen hebben vooral in de winter een hoge energievraag. Dus ook als je waterstof wilt inzetten, zal je de trias energetica moeten toepassen. Eerst het verbruik zo klein mogelijk maken. Daarnaast denk ik dat je, ook als je waterstof gebruikt, een hybride installatie nodig hebt. Dus een warmtepomp in combinatie met een cv-ketel op waterstof. Of nog beter; een brandstofcel die zowel warmte als elektriciteit opwekt. Op basis van de kostprijsontwikkeling voor brandstofcellen, met name door seriematige productie, zal een brandstofcel van 1,5 kW minder dan 300 euro kunnen gaan kosten. In



**Figuur 4:** Hygro werkt aan windmolens waarin de productie van waterstof wordt geïntegreerd. Dit betekent dat de turbine een systeem voor elektrolyse bevat, dat de opgewekte elektriciteit direct gebruikt om water te splitsen in zuurstof en waterstof.



de landen om ons heen, zoals Duitsland, Zweden, Zwitserland en België, zijn in woningen al de 1e demonstratiesystemen te zien. Juist door seriematige productie en systeemintegratie kan de kostprijs van waterstoftechnologie snel dalen. De aandacht moet daarom veel meer gaan naar de inpassing van waterstof en de systeemconfiguratie die we willen gebruiken. De technieken op zichzelf zijn wel beschikbaar. Als die inpassing lukt – en misschien moeten we wel de combinatie met een tankstation maken, zodat je ook de opslag regelt – dan is er een interessante businesscase te maken. Juist omdat je waterstof met wind op zo'n bijzonder efficiënte wijze kunt opwekken."

#### De wind nog niet in de zeilen

Toch hebben de projecten van Deltawind en Hygro de wind nog niet in de zeilen. Zowel het project Duwaal in Noord Holland als het project bij Stad aan het Haringvliet komen lastig op gang. Niet door gebrek aan inzet van de deelnemers of door technische obstakels, maar vooral door 'zachte barrières'. Het gaat bijvoorbeeld om wet- en regelgeving die onbedoeld tegenwerkt. Zo mag Stedin wettelijk nog geen waterstof via haar gasnet distribueren. Ook hebben de partijen last van de onbekendheid, de verschillen in interpretatie en een verkeerde perceptie van waterstof bij diverse Nederlandse instanties. Door dat gebrek aan kennis ontstaan vertragingen, bijvoorbeeld bij het aanvragen van subsidies of vergunningen. Dit zorgt dat de aanloop naar de realisatie veel langer duurt dan noodzakelijk is. Een

beter begrip over waterstof bij de overheid is daarom pure noodzaak om de transitie via waterstof te kunnen versnellen, zo melden alle partijen.

Als het aan Ad van Wijk ligt, hoogleraar toekomstige energiesystemen aan de TU Delft, moet de overheid snel en ruimhartig in deze projecten investeren. "Willen we waterstof grootschalig inzetten, dan is een grote systeemomslag nodig.

Dat vergt een nationale aanpak,

met grote hoeveelheden windmolens op zee en elektrolyzers die groene waterstof maken." Op de vraag of waterstof wel veilig is, antwoordt Van Wijk resoluut: "Waterstof is het lichtste element, het stijgt op met 20 meter per seconde. Stel dat er een lek is, dan zit waterstof, voordat het met zuurstof is gemengd – waardoor het kan branden – al hoog in de lucht. Maar maatschappelijk kunnen er op dit punt wel zorgen ontstaan, door onwetendheid, dus die moeten we adresseren. Voor je het weet kan dit het draagvlak voor waterstof aantasten."

## Grijze, blauwe en groene waterstof

Waterstof is geen energiebron maar een energiedrager. De industrie maakt al duizenden tonnen waterstof door aardgas te splitsen, waarbij CO<sub>2</sub> vrijkomt. Deze waterstof noemt men 'grijs'.

Vang je de CO<sub>2</sub> af die daarbij vrijkomt en stop je het onder de grond, dan spreek je van blauwe waterstof. Deze variant presenteert de industrie in de Klimaattafels, omdat het een methode is die op korte termijn te realiseren zou zijn. Hoewel er bij veel maatschappelijke organisaties twijfels zijn over de wenselijkheid en haalbaarheid van ondergrondse CO<sub>2</sub>-opslag. De beste methode is de productie van waterstof met wind of zon, waarbij we dan over groene waterstof praten. Bij een waterstofmolen zorgt een aangepaste windturbine met duurzame opgewekte elektriciteit via elektrolyse voor het splitsen van water in waterstof en zuurstof. Dankzij de andere karakteristieken van deze windturbine kan deze, om economische redenen, meer waterstof produceren dan een gewone windturbine elektriciteit kan leveren. Groene waterstof is in feite wind- en zonne-energie in gasvorm.