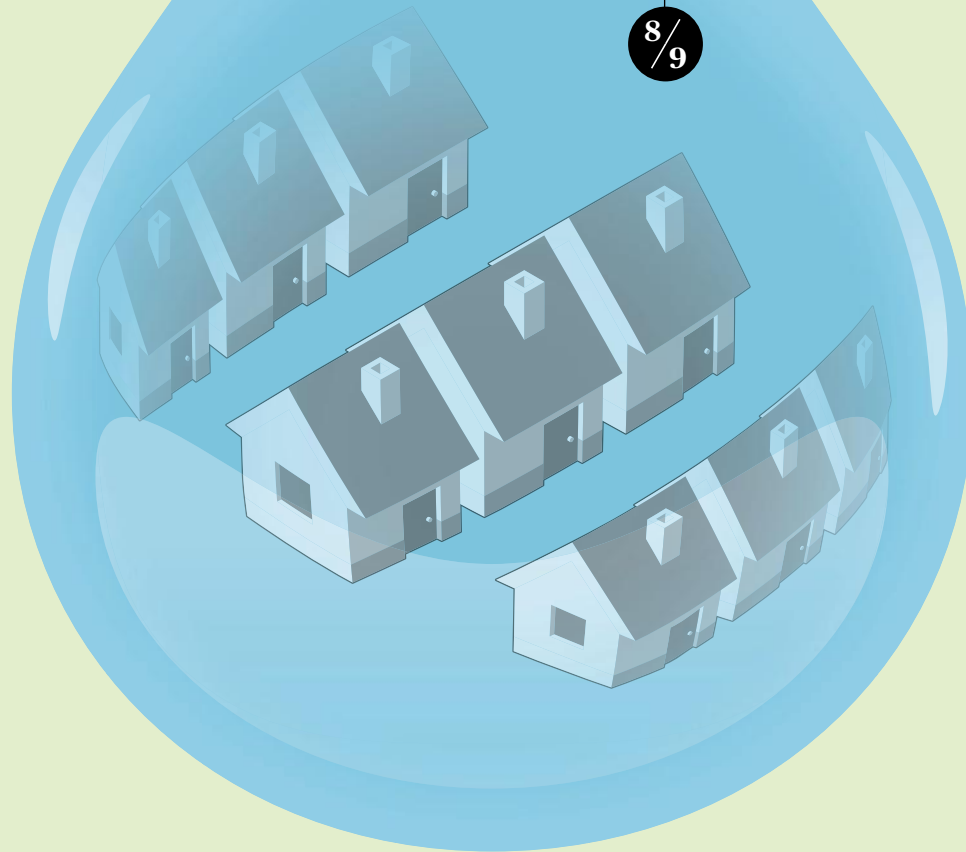


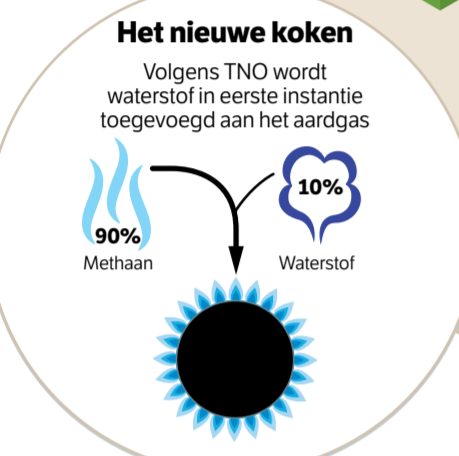
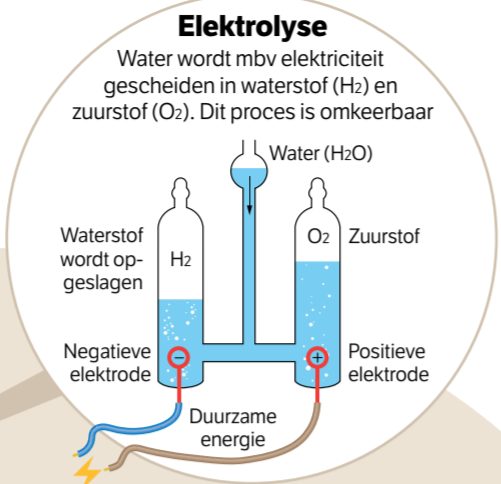
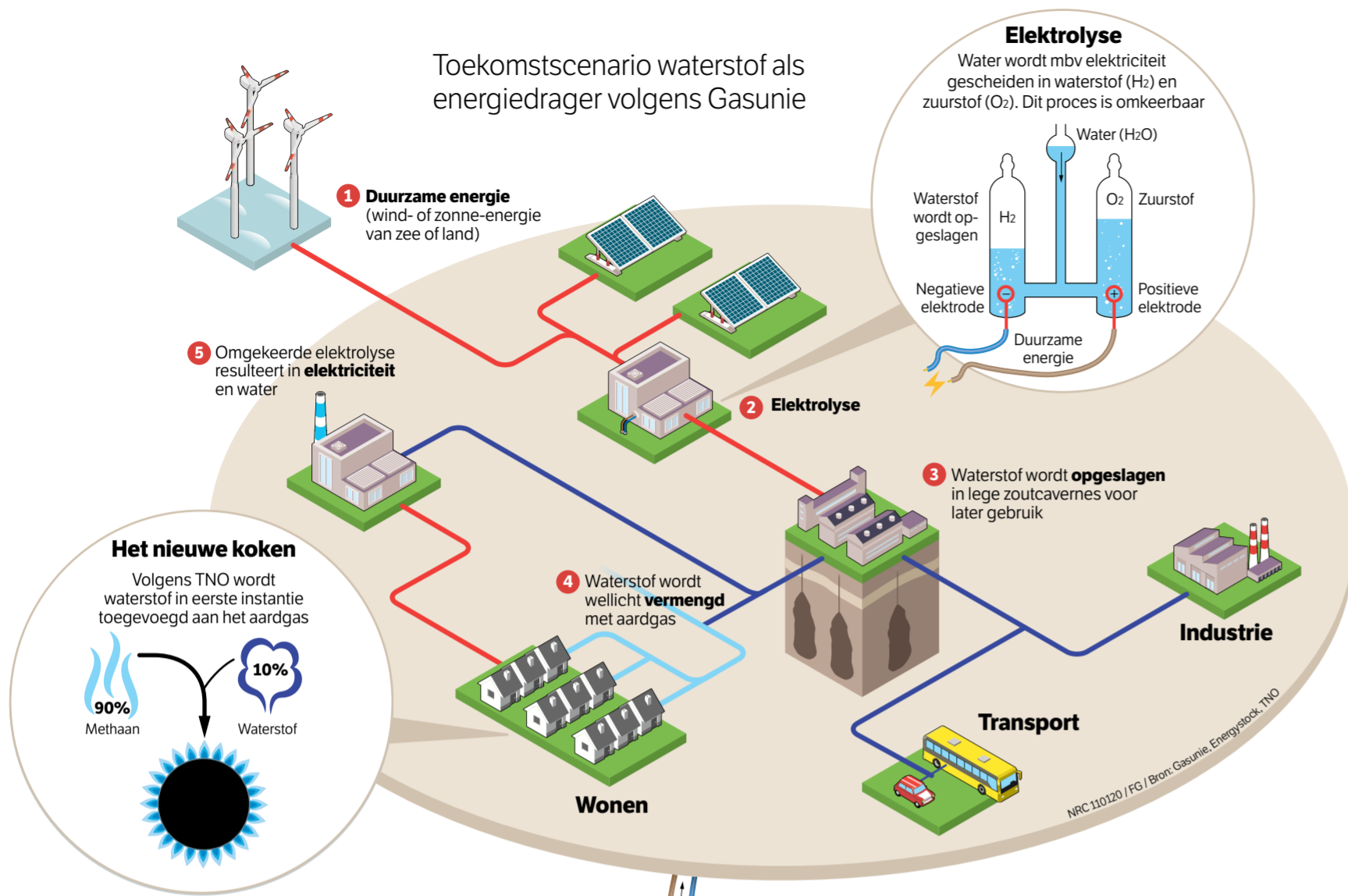
Koken op waterstof is nog ver weg.
Maar de hoop groeit dat waterstof het
hele energiesysteem kan vergroenen

De grote belofte van waterstof

8/9



Toekomstscenario waterstof als energiedrager volgens Gasunie



VIER VRAGEN OVER WATERSTOF ALS ENERGIEBRON

De wereld kan op waterstof rekenen

In zijn dromen haalt Eurocommissaris Frans Timmermans waterstof uit de Sahara om vuile energiebronnen te vervangen. Waterstof is de toekomst, zeggen experts.

Door onze redacteur **Erik van der Walle**

Betere reclame voor waterstof is niet denkbaar. De komende Olympische Spelen in Tokio staan volledig in het teken van deze energiedrager. Voor alles in het olympisch dorp wordt waterstof ingezet, of het nu om transport, stroom of warm water gaat. En na de Spelen deze zomer gaan tienduizend Japanners in de 'waterstofstad' wonen om het klimaatvriendelijke initiatief een vervolg te geven. Mooi dat zo'n grootschalig evenement zo schoon kan verlopen. Een kanttekening is er wel. De waterstof die nu per schip op weg is naar Japan, werd in Australië gewonnen uit bruinkool, dat voor nog meer uitstoot zorgt dan steenkool. „Natuurlijk zit er veel symboliek in”, zegt

gasexpert René Peters van TNO, „want de uitstoot van CO₂ heeft in Australië plaatsgevonden en nu heeft Japan schone energie. Tegelijkertijd laat het initiatief wel zien dat we met waterstof ons hele energiesysteem kunnen vergroenen”. Niets lijkt onmogelijk met waterstof, maar er moeten eerst nog heel wat praktische bezwaren worden weggenomen, zoals het gebruik van Australische bruinkool laat zien. „Toch vind ik het opvallend dat eigenlijk iedereen een grote toekomst ziet voor waterstof. Van overheid tot industrie, van maatschappelijke organisaties tot de wetenschap”, zegt Peters van TNO, dat eind vorig jaar een aantal 'webinars' over waterstof organiseerde. Dat optimisme uit zich in allerhande initiatieven. Bedrijven vinden elkaar in

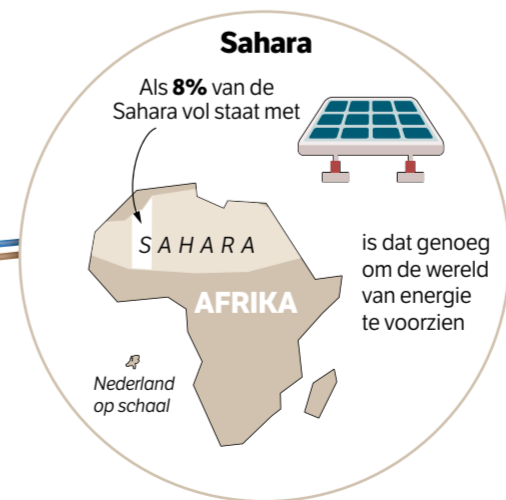
pilots, in het klimaatakkoord van afgelopen zomer wordt toekomstig gebruik van waterstof tientallen keren genoemd en Noord-Nederland tracht als Hydrogen Valley met Europees geld het succes van Silicon Valley na te jagen. Klimaatminister Eric Wiebes (VVD), die waterstof in de energietransitie onlangs in de Tweede Kamer „onmisbaar” noemde, komt in het eerste kwartaal van dit jaar met een kabinetsvisie over het meest voorkomende element in het heelal.

1 | Waarom krijgt waterstof zo'n grote rol toegedicht?
Om verdere opwarming van de aarde zoveel mogelijk tegen te gaan, moeten we de uitstoot van broeikasgassen geleidelijk staken. Dat betekent in de praktijk stoppen met het verbruik van fossiele brandstoffen, zoals olie en gas. Dat is mogelijk door te elektrificeren, zoals nu al met de auto gebeurt. De cv-ketel kan worden vervangen door een elektrische warmtepomp. Voorwaarde is dan wel dat er voldoende groene stroom is, via bijvoorbeeld wind en zon.

Maar dan zijn we er nog niet. Anders dan olie en gas is stroom veel moeilijker op te slaan. Die opslag is noodzakelijk om op piekmomenten of op dagen zonder wind niet zonder elektriciteit te zitten. Ondanks de verbeterde technologie blijft het gebruik van accu's duur. Veel beter is het om de stroom op te slaan als groene waterstof. Dat kan bijvoorbeeld in lege zoutcavernes, zoals dat nu al gebeurt met aardgas. „Het voordeel van waterstof is dat veel van de benodigde technologie al lang bestaat”, zegt Ad van Wijk, hoogleraar toekomstige energiesystemen in Delft. „Doordat stroom uit wind en zon zo goedkoop aan het worden is, krijgt de ontwikkeling van waterstof nu een enorme impuls. Drie jaar geleden spraken we nog nauwelijks over waterstof, terwijl wij het al decennia gebruiken. Vijftig jaar geleden werd vloeibare waterstof al gebruikt bij raketlanceringen.”

2 | Hoe wordt waterstof geproduceerd?
Niet alle waterstof is even vriendelijk voor het klimaat, zoals het 'olympisch' gas uit Australië laat zien. Daar gaat het om zogeheten grijze waterstof, die zowel met aardgas als steenkool kan worden geproduceerd. Stoom van wel 700 graden reageert onder druk met aardgas, waardoor je CO₂ en waterstof krijgt. Als losse stof komt waterstof op aarde niet voor. Het is ook mogelijk om die CO₂ niet de schoorsteen uit te laten vliegen. Door het broeikasgas af te vangen en bijvoorbeeld op te slaan in lege gasvelden onder de zeebodem, voorkom je schadelijke uitstoot. De waterstof die op deze manier wordt geproduceerd, heet dan blauwe waterstof.

Bij groene waterstof wordt helemaal geen kolen of gas meer gebruikt. Die wordt geproduceerd via elektrolyse: de duurzame stroom wordt met water in contact gebracht, waardoor de watermoleculen zich splitsen in waterstof en zuurstof. Dat proces kun je daarna ook weer omkeren met als resultaat water, warmte en stroom. Netbeheerder Tennet, de Gasunie en de Rotterdamse haven kijken naar de mogelijkheid om een waterstofeiland in de Noordzee aan te leggen. Daar kan dan stroom van windparken worden opgeslagen met behulp van waterstof. „Vooral voor windparken die meer dan honderd kilometer uit de kust liggen, kan dat een uitkomst zijn”, zegt Peters van TNO. Het gebruik van waterstof heeft als voordeel dat de windparken dan niet meer aan het stroomnet hoeven worden gekoppeld, waarvoor geen extra investeringen in het netwerk meer nodig zijn. „Waterstof kan dan via bestaande pijpleidingen, zoals gaspijpleidingen, aan land komen. Door de opslag in moleculen wordt de capaciteit veel groter. Het toch al zwaar belaste stroomnetwerk in Nederland heeft een capaciteit van slechts 20



gigawatt, terwijl het gasnetwerk een capaciteit kent van 350 gigawatt, waarvan een deel vrijkomt als de Groningse gaswinning stopt.”
Nadeel is wel dat er veel verlies optreedt bij de omzettingen. Een derde van de stroom verlies je volgens TNO bij de elektrolyse (van stroom naar waterstof) en nog eens de helft op de terugweg, van waterstof naar stroom.
Is het dan een aantrekkelijk alternatief, als twee derde verloren gaat? Toch wel, zegt Van Wijk, die denkt dat het verlies in de praktijk eerder de helft zal zijn dan twee derde. „In een duurzaam energiesysteem moet je kijken naar de totale kosten en niet alleen naar de efficiëntie. Stel dat wij in de toekomst stroom halen uit de Sahara die 1,5 cent per kilowattuur kost. De goedkoopste stroom kost hier 5 tot 6 cent, zonnestroom zelfs 8 tot 9 cent. Daar leveren zonnepanelen twee-tot-driemaal zoveel op als hier, terwijl bijvoorbeeld grondkosten daar ook lager zijn. Ondanks het verlies bij de omzetting en ondanks de transportkosten van waterstof kan dat altijd nog rendabel zijn.”
3 | Hoe kunnen we waterstof gaan gebruiken?
Het voorbeeld van de Sahara geeft Van Wijk niet zomaar. Volgens de Delftse hoogleraar kan waterstof een grote rol gaan spelen in de import van zonne- en windstroom uit Noord-Afrika. Mede door een recent artikel hierover heeft hij in Eurocommissaris Frans Timmermans inmiddels een medestander. „In mijn dromen zou ik een partnerschap aangaan met Noord-Afrika en ze daar helpen grote zonneparken aan te leggen, deze energie om te zetten in waterstof en die waterstof via bestaande gaspijplijnen naar Europa te transporteren”, zei Timmermans afgelopen najaar in het Europees Parlement. We hebben in Nederland al snel het idee dat er niet voldoende plek is voor duurzame energie. En dat klopt ook voor Nederland, zegt Van Wijk. Maar dat geldt niet als je mondiaal kijkt. Volgens zijn berekeningen is het voldoende om 8 procent van de Sahara vol te zetten met zonnepanelen om de wereld van energie te voorzien. „In ons denken zit ingebakken dat we het allemaal zelf moeten opwekken. Maar we importeren nu ook al de helft van onze energieconsumptie en dat wordt alleen maar meer. Er wonen hier veel mensen en we hebben niet de beste wind, en zeker niet de beste zon. Dan wordt waterstof een uitkomst.”
Nederland kan volgens de Delftse hoogleraar juist profiteren van de transitie van aardgas naar waterstof. „Ik zie een grote rol voor ons weggelegd. Het gasnetwerk van Europa begint in Nederland. Met wat aanpassingen is dat ook geschikt voor waterstof. We hebben de kennis, we hebben de terminals om het op te slaan. De potentie van de Noordzee zie ik echt wel, maar dat is niet eens genoeg voor de helft van ons verbruik.”
Los van de stroomproductie kan waterstof ook dichterbij huis worden gebruikt. „Waterstof kan een belangrijke rol gaan spelen in het transport. Dan moet je vooral denken aan zwaar wegtransport en scheepvaart”, zegt Peters. Ook in de gebouwde omgeving zijn die mogelijkheden. In het Engelse Leeds is het gasnetwerk geschikt gemaakt voor waterstof, en de stad wil vanaf 2026 in zeven jaar overstappen op waterstof. „Daar is het plan om wijk voor wijk om te gaan. In Nederland verwacht ik eerder dat waterstof aan het gas wordt toegevoegd. Als je overal 10 procent bijmengt, heb je het jaarlijks over 1 miljard kuub voor huishoudens. Dat is een gigantische hoeveelheid”, zegt Peters.
De vraag is wanneer het gebruik van waterstof echt op gang gaat komen. Nu zijn veel bedrijven nog met bescheiden experimenten bezig. In een recente toekomstvisie verwacht de Gasunie dat het

gebruik van waterstof pas in 2030 echt op gang komt. Een realistische verwachting, vindt Peters. „Iedereen hikt nu nog tegen het kip-eiprobleem aan. De productie gaat pas echt beginnen als er een markt is en een goede infrastructuur voor transport en opslag.”
Net als Van Wijk ziet Peters geen technische problemen voor waterstofgebruik op grote schaal. De brandstofcel waarin waterstof en zuurstof bij elkaar komen, bestaat bijvoorbeeld voor de auto. Ook de eerste cv-ketels die raad weten met aardgas en waterstof komen nu op de markt. „Het belangrijkste is de kosten van de omzetting van stroom naar waterstof naar beneden te krijgen.”

4 | Is waterstof gevaarlijk?
Net als aardgas is waterstof brandbaar, maar het leidt niet tot meer explosiegevaar. Vanwege zijn hogere vluchtigheid stijgt waterstof sneller op dan aardgas waardoor de kans op explosies kleiner is. Inmiddels is er al veel ervaring met het gebruik van waterstof. Het is al jaren een belangrijke grondstof in de industrie, bijvoorbeeld voor het kraken van olie, het ontzavelen van fossiele brandstof of de productie van kunstmest. Op dit moment verbruikt de Nederlandse industrie jaarlijks 800.000 ton waterstof en dat staat gelijk aan bijna 9 miljard kubieke meter. „Voor veel mensen heeft brandbare waterstof inderdaad een gevaarlijke klank. Maar in de industrie is enorm veel ervaring met productie en gebruik”, zegt Peters van TNO. Al zal de veiligheid nog wel de nodige aandacht krijgen als waterstof daadwerkelijk huishoudens binnenkomt. „Dan moet je natuurlijk ook gaan denken aan de hobbyist die op het idee komt om het waterstofleidings in zijn keuken even te verlenen.”

“ We hebben hier niet de beste wind, en zeker niet de beste zon

Ad van Wijk hoogleraar toekomstige energiesystemen