

Deze Staalkaart is gemaakt in opdracht van de gemeente Ede en bedoeld ter informatie voor woning-eigenaren, VvE's en wijkinitiatieven en geeft een beknopt overzicht van de (on)mogelijkheden en huidige stand van de technologie.

Inhoud

Over waterstof	2
Toepassingen	3
Voorbeelden verwarming woningen.....	6
Goeree-Overflakkee	6
Hoogeveen.....	6
Rotterdam – Power2Gas	6
Wageningen – h2h.....	7
Referenties & meer informatie.....	7
Verantwoording en copyright	8

Cyrus Smith in Jules Verne's "het geheimzinnige eiland" (1874) geloofde er al in:

... Ja, vrienden, ik geloof dat het water eenmaal tot brandstof zal dienen, dat waterstof en zuurstof, waaruit het bestaat, alleen of verbonden, een onuitputtelijke bron van warmte en licht zullen verschaffen, van groter kracht dan steenkolen. Niets is dus te vreezen. Zolang deze aarde bewoond zal zijn, zal zij in de behoefte van hare bewoners voorzien en het zal hun nooit aan licht noch warmte ontbreken, evenmin als het hun zal ontbreken aan voortbrengselen van het planten-, dieren- of delfstoffenrijk. Ik geloof dus dat, wanneer de kolenlagen uitgeput zullen zijn, men water zal stoken en er zich mede verwarmen. Het water is de steenkool der toekomst...

Chris Hellinga, Sustainability Program Manager verbonden aan de afdeling Process & Energy van de TU Delft:

- *We moeten alle mogelijkheden voor een snelle warmtetransitie benutten*
- *Er is geen 'beste' optie voor alle situaties*
- *Waterstof is een onmisbare schakel in de warmte transitie.*

Toegespitst op woningen ziet Chris voor waterstof vooralsnog vooral toepassingen op het platteland, in wijken met grotere afstanden tussen de woningen waar warmtenetten niet mogelijk zijn, in oude binnensteden en voor woningen die slecht te isoleren zijn en waarvoor lage temperatuurverwarming niet goed mogelijk is.

(Bron h2h.nu, september 2019)

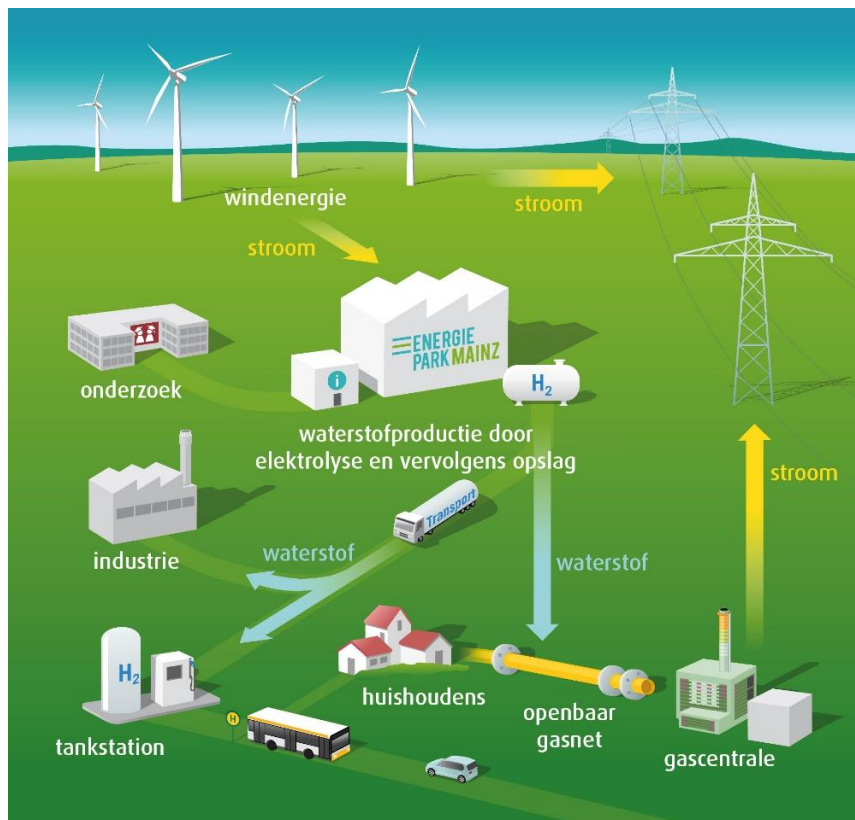
Over waterstof

Ook al was Jules Verne erg enthousiast, de discussie over de mogelijkheden voor opschaling van (duurzaam) geproduceerde waterstof en inzet voor verwarming van woningen kent nog vele voor- en tegenstanders. Een van de uitdagingen is ook om de kosten van de productie en toepassing van waterstof omlaag te krijgen. Tot nu is opslag en transport (energetisch) kostbaar, want waterstof moet óf sterk gekoeld óf onder hoge druk vervoerd worden.

Nederland produceert jaarlijks circa 9,2 miljard m³ (~0,8Mton) waterstof, grotendeels voor industrieel gebruik. Waterstof wordt nu voornamelijk geproduceerd uit fossiele bronnen en leidt tot de uitstoot van circa 12,5 Mton CO₂ per jaar.

Bij de verbranding van waterstofgas ontstaat echter uitsluitend waterdamp, zodat er geen CO₂ of luchtvervuilende stoffen als koolmonoxide, stikstofoxiden en fijnstof vrijkomen.

Een deel van de waterstof wordt direct gebruikt na opwekking, voornamelijk in chemische processen. Hieronder in schema hoe productie en vervoer plaats kan vinden:



Waterstof kan op duurzame en niet-duurzame manieren worden geproduceerd.





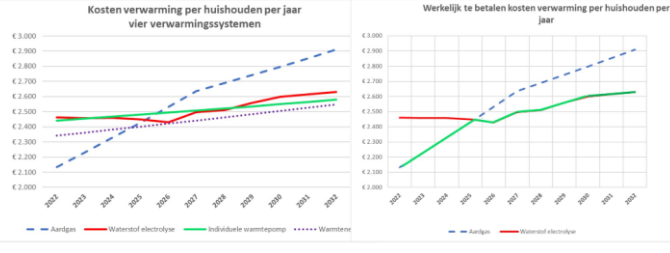
Soort productie	
Grijs	Gemaakt met fossiele brandstoffen, circa 90% daarvan is aardgas.
Blauw	Gemaakt uit aardgas met 100% CO ₂ -opslag.
Groen	<p>Dit gebeurt door water met duurzaam opgewekte elektriciteit via elektrolyse te scheiden in zuurstof en waterstof. De energie die er in gestopt is, kan via oxidatie (verbranding) er (deels) weer uit gehaald worden:</p> <div style="text-align: center;"> <p>Electrolyse Electrolyser</p> <p>→</p> $2 \text{H}_2\text{O} + \text{Energy} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ <p style="text-align: center;"> Vloeibaar Electriciteit Gas Gas </p> <p>←</p> <p>Oxidatie Brandstofcel</p> <p>(bron: duurzaamgebouwd.nl)</p> </div>

Certificering is nodig zodat we kunnen herkennen of de waterstof grijs, blauw of groen is.

Toepassingen

Hieronder volgt een beknopt overzicht van de toepassingsgebieden van waterstof op moment van schrijven. Het hoofdstuk hierna beschrijft enkele voorbeelden van projecten rondom verwarmen van woningen.

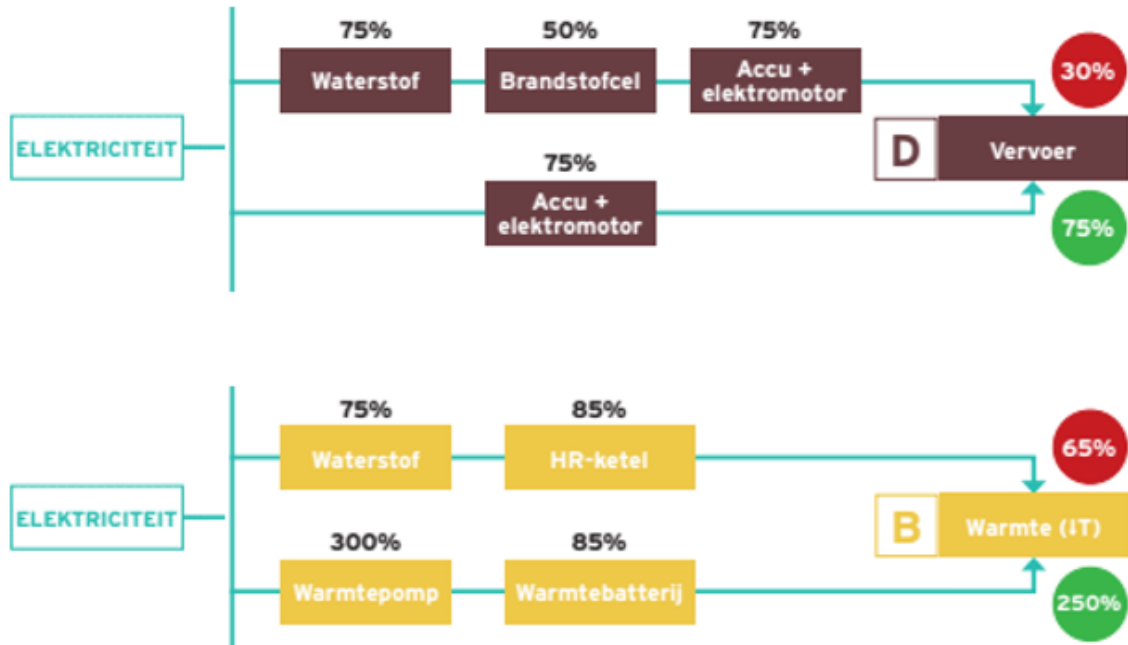
Waar	
 <p>onderzoek</p>	<p>Onderzoek en (pilot)projecten naar grootschalige productie en toepassing van waterstof anders dan in de industrie zijn volop in gang gezet. In 2018 waren er ruim 100 onderzoeken c.q. initiatieven in de industrie, vervoer, de gebouwde omgeving en de elektriciteitsopwekking.</p> <p>Sommige projecten zijn ingebed in grootschalige EU projecten, zoals The Green Village van de TU Delft met de Waterstofstraat of een landelijk innovatieprogramma zoals TKI Nieuw Gas.</p> <p>Een ander project is Waterstofcluster van Kiemt voor de regio Gelderland /Overijssel.</p> <p>Een lokaal project geïnitieerd door burgers zelf is h2h, te vinden in Wageningen.</p>

Waar	
 <p>industrie</p>	<p>Van de commercieel beschikbare waterstof gaat het overgrote deel naar de industrie voor productie van ammoniak en het opwaarderen van brandstoffen bij raffinaderijen.</p>
 <p>tankstation</p>	<p>Van de enkele waterstofauto's die op dit moment te koop zijn in Nederland ligt aanschafprijs rond de € 55-80.000 en deze hebben met een actieradius van 500-600 km. De brandstofkosten per km zijn vergelijkbaar met die van een benzineauto. Wat dit laatste aspect betreft kan de waterstofauto nog niet concurreren met de elektrische auto. En in het kader van het milieu al helemaal niet als de waterstof grijs geproduceerd is en de stroom groen.</p> <p>Een goed netwerk om te tanken is ook belangrijk voor acceptatie. Volgens het H2 Platform is het nu al mogelijk om op waterstof van Noorwegen naar Italië te rijden. Zo heeft Duitsland nu 74 tankstations, tegenover Nederland 4. Wel zijn er plannen voor uitbreiding naar zo'n 20 locaties in 2020.</p>
 <p>huishoudens</p>	<p>Ontwikkelingen en discussies over toepasbaarheid voor verwarmen van woningen en gebouwen met waterstof zijn nog volop aan de gang in Nederland.</p> <p>Voor 1 m3 aardgas is 3 m3 waterstof nodig om dezelfde warmte te leveren als aardgas geeft bij verbranding.</p> <p>Uit een pilotproject van Stedin (zie bij de voorbeelden) blijkt dat het gasnet al geschikt is voor het transport van waterstof. Op de plekken waar onderhoud/vervanging nodig is na. De eerste waterstof CV-ketels zijn ook al gemaakt.</p> <p>Niet alleen moet onderzocht worden of het kan en hoe, maar ook moet de prijs van ketels en (productie van) waterstof vergelijkbaar en rendabel worden met die van (aard)gas.</p> <p>H2h.nu heeft de prijsontwikkeling onderzocht van verschillende warmtesystemen en komt tot de conclusie dat de kosten van verwarmen met waterstof over vier jaar vergelijkbaar zullen zijn met een individuele warmtepomp of via een warmtenet (linkergrafiek) en beduidend goedkoper dan verwarmen op aardgas (rechtergrafiek). Aardgas is de blauwe stippellijn. (klik op het plaatje voor meer info).</p> <div data-bbox="440 1525 1121 1899"> <p>Meerjaren raming prijsontwikkeling </p>  <p>Zie website voor de onderbouwing en bronnen</p> <p>Waterstof in Wageningen – 26 juni H2H-team – Paddy Noë www.H2H.nu – Wageningen@h2h.nu</p> </div>

Staalkaart Waterstof - 5

Naar groen is goed te doen - versie 10 februari 2020

Hieronder wordt de efficiëntie van waterstof vergeleken met elektrisch rijden en verwarmen via een warmtepomp. Het uiteindelijke rendement is voor waterstof in beide gevallen ruwweg 3x slechter.



Voorbeelden verwarming woningen



Goeree-Overflakkee

Onderzoek van Stedin en Kiwa laat zien hoe het **gasnet** van het dorp Stad aan 't Haringvliet met circa 600 woningen vlot, veilig en met zo min mogelijk overlast voor de bewoners over kan op waterstof. Het plan voor Stad aan 't Haringvliet komt voort uit het Convenant Groen Waterstofeconomie Zuid-Holland: proeftuin Energy Island Goeree-Overflakkee. Hierin onderzoeken verschillende partners de mogelijkheden voor waterstof in Zuid-Holland.

Op **11 september 2019** werd in dezelfde stad een **nieuwbouwwoning** op waterstof geopend, een **initiatief** van projectontwikkelaar Wonen op Flakkee. Met een omkeerbare brandstofcel en speciale boiler draait deze waterstofwoning alle seizoenen op groene energie.

Hoogeveen

Met het project **Waterstofwijk** Hoogeveen wordt een blauwdruk ontwikkeld voor het verwarmen van huizen met een CV-ketel die draait op waterstof. Dit wordt voor het eerst zichtbaar in 2020 op de locatie Nijstad-Oost met de bouw van 80 woningen op basis van warmtevoorziening door waterstof. De aangrenzende wijk Erflanden kan daarna volgen. Het project is nog pas in de planfase. Het volgende voorbeeld is al een behoorlijk aantal stappen verder.

Rotterdam - Power2Gas

In het ketelhuis van een appartementencomplex in Rozenburg met 25 woningen werden de eerste waterstof CV-ketels in Nederland geïnstalleerd.



Power2Gas-installatie in Rozenburg met de waterstofinstallatie (blauwe containers) en het appartementencomplex (links) dat met waterstof wordt verwarmd.

Het huidige gasnet kan geschikt gemaakt worden voor waterstof en waterstof CV-ketels zijn inmiddels de eerste van ontwikkeld.

Allereerst is de leiding met stikstof 'gespoeld' en op druk gezet. Daarna is de leiding gevuld met 100% waterstof. Na een test van 24 uur was de druk in de leiding ongewijzigd en werd de gasleiding akkoord bevonden om in bedrijf te nemen.

Het ketelhuis onder het appartementencomplex is in het voorjaar van 2019 verbouwd en waterstofketels zijn geïnstalleerd en gedemonstreerd.



De drie HR-ketels op 100% waterstof van: Gasterra, Bekaert Heating en Remeha.

Meer informatie zie [Power2gas](#) en [Factsheet power2gas](#).

Wageningen - h2h

Een initiatief van burgervrijwilligers dat samen met de gemeente en Alliander kijkt naar de mogelijkheid van verwarmen op groen waterstof (zie [h2h.nu](#) en [h2h.nu/faq](#)).

Een kansrijke buurt voor een pilot is bijvoorbeeld in de buurt van Het Marin, dat al waterstof in voor het eigen onderzoeks-lab – Zero Emission Lab – koopt. Daar wordt de voortstuwing van schepen m.b.v. waterstof onderzocht. Marin wil met hen de mogelijkheden bekijken om de waterstof op eigen terrein te produceren, met behulp van de groene stroom van de zonnepanelen op de daken van Marin. Het waterstof kan dan mogelijk ook gebruikt worden voor het verwarmen van de eigen gebouwen.



Eén van de **ideeën** is nu om zelf in een Electrolyser waterstof op te wekken met behulp van groene stroom.

Referenties & meer informatie

H2 Platform

[natuurenmilieu.nl/themas/kenniscentrum/waterstof/topsectorenergie.nl/tki-nieuw-gas](#)

[Routekaart Waterstof maart 2018 - TKI Nieuw Gas](#)

[scolly.org](#)
yvonne@scolly.org

De informatie in dit document is met de grootst mogelijke zorgvuldigheid tot stand gekomen. Aan deze informatie kunnen echter geen rechten worden ontleend.



Verantwoording en copyright

Met mijn onderneming Scolly draag ik graag mijn steentje bij aan een duurzame, transparante en sociale samenleving. Dat doe ik zowel als vrijwillig energieambassadeur en als adviseur, consultant of projectleider. Voor kleine en grote organisaties die met uitdagingen actief zijn in het sociale domein, op het terrein van duurzaamheid, natuur, milieu en energietransitie.

De informatie in dit document is met de grootst mogelijke zorgvuldigheid tot stand gekomen door zorgvuldige bestudering en selectie van betrouwbare bronnen.

Alle prijzen, rendementen en rekenvoorbeelden zijn een momentopname, indicatief en sterk afhankelijk van diverse factoren. Elke situatie is ook nog eens uniek en vereist zijn eigen business case. Aan de hier verzamelde informatie kunnen dus geen rechten worden ontleend.

Ik hoop van harte dat deze informatie je kan helpen. Het staat je dan ook vrij de informatie in dit document te delen en/of te hergebruiken.



Veel plezier en succes met de informatie!

P.S. Heb je nog vragen, mocht je een onvolkomenheid tegenkomen of werkt een link bijvoorbeeld niet meer, laat het me svp weten.