

DE SPECIFICATIE VAN DE KWALITEIT VAN WATERSTOF

Oktober 2020



INHOUDSOPGAVE

Een eerste analyse naar de specificaties voor waterstof voor gebruik binnen de bebouwde omgeving.

1. Samenvatting	3
2. Waterstof als toekomstige energiedrager	4
3. Waar komt waterstof vandaan	5
4. De specificaties van waterstof	6
5. Verontreinigingen tijdens transport	7
6. Permeatieberekeningen voor Stad aan 't Haringvliet	8
7. Toekomst	9
8. Literatuur	10



1. SAMENVATTING

Waterstof kan in de toekomst een van de oplossingen blijken voor het vervullen van de klimaatafspraken van Parijs. Als we de doelstellingen van het klimaatakkoord met waterstof willen bereiken, moet er voldoende waterstof beschikbaar zijn. Het produceren van waterstof uit water door middel van elektrolyse lijkt een van de schoonste mogelijkheden. Voorwaarde is dan wel dat de stroom gebruikt voor de elektrolyse duurzaam geproduceerd is. Voordeel van deze productiemethode is dat er vrijwel geen verontreinigingen in het waterstofgas aangetroffen worden. Om ook in de winter over voldoende duurzaam geproduceerd waterstof te kunnen beschikken moet waterstof opgeslagen worden. Opslag kan zorgen voor verontreiniging van waterstof. Ook het transport van waterstof naar de eindgebruiker leidt tot extra verontreiniging. Daarom is het noodzakelijk om afspraken te maken over de kwaliteit van het waterstofgas, waarbij een optimum gevonden moet worden tussen manier van productie, opslag en transport aan de ene kant en de voordelen die het gebruik van waterstof bieden aan de ander kant. Bij het gebruik kan in de toekomst ook gedacht worden aan brandstofcellen die een hogere zuiverheid vragen dan de huidige verbrandingstoestellen.



2. WATERSTOF ALS TOEKOMSTIGE ENERGIEDRAGER

Om aan het klimaatakkoord van Parijs te voldoen moeten we afscheid nemen van het gebruik van het fossiele brandstoffen zoals aardgas. Aardgas wordt nu nog vaak ingezet voor verwarming, koken en de bereiding van warm tapwater. Er wordt dan ook gezocht naar meer duurzame energiedragers die het nadeel van CO₂ uitstoot in de bebouwde omgeving niet kennen. Naast de verplichtingen die voortvloeien uit het klimaatakkoord, worden we in Groningen bij de winning van aardgas ook geconfronteerd met aardbevingen. Ook dat is ongewenst, waardoor besloten is de productie van het Slochteren aardgas versneld te reduceren.

Er bestaan verschillende, duurzame energiedragers waaronder groene stroom, biogas (of groen gas) en restwarmte. Groene stroom wordt o.a. opgewekt met windturbines of met zonnecellen. In beide gevallen is de productie van de stroom niet constant, maar is deze afhankelijk van de windkracht of de intensiteit van de zon. Als de hoeveelheid geproduceerde stroom toeneemt kan in de toekomst de situatie ontstaan dat we een overschot aan stroom hebben. Een van de mogelijkheden om het opwekken van teveel groene stroom tegen te gaan, is het uitzetten van windmolens of het loskoppelen van zonneparken. Naast de tijdelijke overschoten kan de hoeveelheid opgesteld vermogen ook capaciteitsproblemen op het elektriciteitsnet veroorzaken. Om de problemen van teveel geproduceerde groene stroom en 'koperen plaat' investeringen in het elektriciteitsnet te voorkomen, kan ook gekozen worden om deze stroom om te zetten in waterstof. Waterstof kan relatief gemakkelijk worden opgeslagen waardoor het op een andere plaats of op een ander tijdstip weer ingezet kan worden om aan de energiebehoefte te voldoen. Zo kunnen de geplaatste productiecapaciteiten volledig benut worden.

Om dit mogelijk te maken is het noodzakelijk het waterstofgas op te slaan en te vervoeren. Waterstof opslaan kan in ondergrondse bergingen zoals zoutcavernes. Voor het transport van waterstof kan gebruik gemaakt worden van het bestaande gasnet. Uit de studie "Toekomstbestendige gasdistributienetten" blijkt dat het Nederlandse distributienet in principe geschikt is om dit gas te vervoeren. Wel zijn er enkele kleine aanpassingen nodig om dit mogelijk te maken.



3. WAAR KOMT WATERSTOF VANDAAN

Waterstof als atoom (H) is een van de meest voorkomende elementen op aarde. Zo bestaat water (H₂O) bijvoorbeeld uit twee waterstof atomen en zuurstof (O) en komt veel voor op onze planeet. Het molecuul waterstof (H₂), dat onder normale omstandigheden een gas is, komt van nature niet voor. Om waterstof te krijgen, moeten we het maken.

Dit 'maken' is niet nieuw en wordt in de industrie al jaren toegepast. Zo wordt van het huidige geproduceerde waterstof 80 % geproduceerd uit aardgas. Dit proces heeft als nadeel dat het in het aardgas aanwezige koolstof weer als CO₂ vrij komt. Om te voorkomen dat deze CO₂ in het milieu terecht komt kan dat ook worden afgevangen en ondergronds worden opgeslagen. 20% van de geproduceerde waterstof is afkomstig uit de afvalstroom van de petrochemische industrie.

Een andere en nieuwere productiemethode is de vergassing van biomassa, waarbij het zogenaamde syngas wordt gemaakt. Hierin zitten naast waterstof ook nog andere minder wenselijke componenten als water, koolzuurgas en koolmonoxide. Door het gas te zuiveren kunnen de ongewenste stoffen worden verwijderd waardoor er schoon waterstof overblijft. De ongewenste stoffen kunnen weer opgeslagen of verder verwerkt worden, zodat ze niet in het milieu terecht komen.

Een derde productiemethode is die van elektrolyse. Hierbij wordt door middel van elektrische stroom water gesplitst in waterstof en zuurstof. Met de inzet van groene stroom is dit de schoonste productietechniek.

De toekomstige productiekosten van waterstof variëren, afhankelijk van de productiemethode en de grootte van de productie, tussen 2 tot 14 €/kg.



4. DE SPECIFICATIES VAN WATERSTOF

Het zal duidelijk zijn dat de wijze van produceren invloed heeft op de zuiverheid van het waterstof. Afhankelijk van de verontreiniging van de grondstof en de toegepaste zuiveringsstap kan het geproduceerde waterstof meer of minder verontreinigingen bevatten.

Naast de productie van waterstof moet waterstof ook opgeslagen en getransporteerd worden. Ook hierbij kunnen verontreinigingen in het waterstof terecht komen. Bij opslag in uitgeputte aardgasbronnen is het denkbaar dat resten van aardgas in het waterstof terecht komen. Bij opslag in zoutcavernes kunnen de van oorsprong aanwezige luchtbestanddelen het waterstof verontreinigen.

Voor het transport van het gas naar de eindgebruiker kan gebruikt worden van het bestaande aardgasnet. Bekend is dat in het bestaande aardgasnet stof aanwezig is. Dit stof, dat tijdens het uitvoeren van werkzaamheden in het net terecht kan komen, wordt gedeeltelijk uit de gasstroom gefilterd. Hiervoor zijn in de regelstations filters opgenomen, die een groot gedeelte van het stof afvangen. Vanwege de veiligheid wordt aan het aardgas momenteel een geurstof toegevoegd. Hierdoor is in het geval van een lekkage voor iedereen duidelijk dat er een brandbaar gas aanwezig is en er maatregelen genomen moeten worden. Waterstof is net als aardgas, een geurloos gas is. De logische verwachting is dat ook waterstofgas geodoriseerd wordt. Door dezelfde of een andere geurstof toe te voegen, wordt het waterstof verontreinigd.

De vraag of deze verontreinigingen kwaad kunnen, is afhankelijk van de toepassing van het waterstof. Het gebruik van waterstof waarbij deze met lucht middels een vlam omgezet wordt in warmte, is vaak minder kritisch en staat enige verontreiniging toe. Deze techniek wordt bijvoorbeeld toegepast bij een CV-ketel op waterstof. Het is echter ook mogelijk om waterstof weer om te zetten in een elektrische stroom en warmte. Voorbeelden van deze toepassingen zijn waterstof brandstofcellen. Deze worden in voertuigen en schepen toegepast, maar er zijn ook brandstofcellen voor een stationaire toepassing zoals het verwarmen van een woning. Deze toepassing staat echter maar een beperkte mate van verontreiniging toe. Omdat het gebruik van brandstofcellen in de toekomst op grote schaal verwacht wordt, is onderzocht welke invloed het gasdistributienet heeft op de gaskwaliteit.



WATERSTOF

5. VERONTREINIGINGEN TIJDENS TRANSPORT

Voor het transport van waterstof kan gebruik gemaakt worden van het bestaande aardgasnet. In een eerder bericht van Stedin en Kiwa is aangegeven dat een dergelijke invulling voor het gasnet in Stad aan 't Haringvliet op het eiland Goeree-Overflakkee er aan zit te komen. Ook daarbij is het van belang welke eisen aan de kwaliteit van het waterstof worden gesteld. De verwachting is dat waterstof in eerste instantie waterstof combi-CV toestellen worden gebruikt voor de verwarming en warm tapwater. In een later stadium biedt het de bewoners de mogelijkheid om over te stappen op meer moderne gastoeepassingen, zoals de brandstofcel. Op deze manier produceert elke woning zelf elektriciteit omdat er bij de toepassing van een brandstofcel voor warmte ook elektriciteit vrijkomt. De brandstofcellen stellen echter hogere eisen aan de zuiverheid van het waterstofgas dan combi-CV toestellen.

Waterstof is net als aardgas een brandbaar gas. Veiligheid is daarom een belangrijk aandachtspunt. De hoogste prioriteit is dan ook om het gasnet gasdicht te houden. Bekend is echter dat waterstofgas het kleinste molecuul op aarde is. Dit betekent dat het moeilijker is om het waterstof in de leiding te houden. Bij een lek zal er dus meer waterstofgas weglekken dan bij eenzelfde lek in een aardgasleiding. Omdat waterstof minder energie per volume eenheid bevat is de weggelekte energie ongeveer gelijk. Door, net zoals met aardgas, zorgvuldig te werken en regelmatig te controleren op lekkages kan de netbeheerder zorgdragen voor een veilige gasvoorziening.

Bekend is dat door diffusie van gas door de leidingwand, gassen door de buiswand naar buiten kunnen treden. Dit proces noemen we permeatie. Permeatie treedt praktisch gezien alleen bij kunststof leidingen op. Metalen leidingen zijn hier nagenoeg ongevoelig voor. Permeatie door kunststof leidingen treedt overigens bij alle gassen op. Belangrijk is echter de hoeveelheid gas dat door de leiding diffundeert. We weten dat kleinere moleculen, zoals waterstof, makkelijker door de buiswand permeëren dan grotere moleculen zoals aardgas. In eerder onderzoek is vastgesteld dat de hoeveelheid waterstof dat door permeatie uit een leiding ontsnapt zeer klein is en doorgaans geen veiligheidsrisico's met zich meedraagt. Zuurstof en stikstof permeëren uit de lucht tegen de heersende gasdruk in van buiten naar binnen. Hierdoor wordt het waterstofgas in de leiding als het ware 'verdund' met zuurstof en stikstof. Om te onderzoeken of de samenstelling van waterstof als gevolg van het distributie door het gasnet verandert en daarmee het waterstofgas op termijn onbruikbaar wordt als brandstof voor een brandstofcel, is aan de universiteit van Delft onderzoek uitgevoerd.

Om een indruk te krijgen wat dit voor de gaskwaliteit in de praktijk betekent is de permeatie van waterstof uit de leiding en zuurstof en stikstof uit de lucht in de leiding voor het leidingnet van Stad aan 't Haringvliet bepaald. Omdat in de praktijk het waterstofgas ook verontreinigingen bevat afkomstig van de productie en distributie, zijn ook deze meegenomen in het onderzoek.

6. PERMEATIEBEREKENINGEN VOOR STAD AAN 'T HARINGVLIET

Om de berekening van de te verwachte kwaliteit van het waterstofgas uit te kunnen voeren, is het gasnet in beeld gebracht. Hierbij is gefocust op de kunststof leidingen waarbij permeatie op kan treden. Permeatie is afhankelijk van een aantal factoren. De molecuulgrootte van het gas is al benoemd. Ook de wanddikte van de leiding, de lengte, het soort kunststof en de verblijftijd zijn van belang. Om een zo realistisch mogelijke berekening uit te voeren, is gerekend bij een druk en temperatuur die gemiddeld in de praktijk voorkomen.

De resultaten van de berekening laten zien dat de concentratieverandering van stikstof en zuurstof in het waterstofgas als gevolg van het transport door de kunststoffen leidingen geen problemen gaan opleveren. Hierbij zijn de strengste eisen die nu voor brandstofcellen gelden als maatstaf gebruikt. De vraag is of deze strenge eisen wenselijk zijn als we in de toekomst meer brandstofcellen toe willen passen in de gebouwde omgeving.

Voor de toepassing van combi CV-toestellen is de te verwachtte concentratie stikstof en zuurstof door permeatie, omdat de gevoeligheid van cv-toestellen hiervoor veel lager is, ook geen probleem.



7. TOEKOMST

Om in de toekomst een betrouwbare en veilige waterstof distributie mogelijk te maken, kan in principe het bestaande gasnet worden gebruikt. Enige verontreiniging van het waterstof met stikstof en zuurstof zal daarvan het gevolg zijn. Daarom is het van belang dat de exacte samenstelling van waterstof voor productie, transport en eindverbruik wordt vastgelegd. Dit kan op een vergelijkbare manier als nu voor aardgas. Hierbij wordt door de overheid de gaskwaliteit die gedistribueerd mag worden in het gasnet vastgelegd in de Regeling Gaskwaliteit. De netbeheerders, verenigd in Netbeheer Nederland verband, en twee kennisinstellingen (Kiwa en DNV-GL) werken aan een eerste handreiking van de waterstof specificaties in het gasnet. Deze eerste versie kan na consultatie van de verschillende belanghebbenden en in overleg met het ministerie van Economische zaken en Klimaat gebruikt worden om een breed gedragen voorstel voor de specificatie voor waterstofgas op te stellen. Deze kan vervolgens dienen om tot een 'Regeling Waterstofgaskwaliteit' voor de openbare gasvoorziening te komen. Omdat waterstof een geurloos gas is, wordt dat in de toekomst, net als aardgas, geodoriseerd. Om te voorkomen dat hierdoor milieubelastende stoffen, zoals zwavel, aan het waterstofgas worden toegevoegd, moet onderzoek worden gedaan naar alternatieve geurmiddelen. Hiervoor lijken een aantal geurmiddelen beschikbaar, die minder belastend voor mens en milieu zijn. Of deze geurstoffen geschikt zijn, moet uit onderzoek blijken.



8. LITERATUUR

- Lit 1 “Van aardgas naar waterstof”, Kiwa/Stedin, 2019
<https://www.kiwa.com/globalassets/netherlands/kiwa-technology/downloads/publicatie-ombouw-waterstof-stad-aan-t-haringvliet.pdf>
- Lit 2 Toekomstbestendige gasdistributienetten Kiwa Technology 2018 R. Hermkens et al.
https://www.netbeheernederland.nl/_upload/Files/Waterstof_56_2341e11b42.pdf
- Lit 3 Invloed van waterpermeatie bij PE leidingen op het water-dauwpunt van aardgas
Kiwa Technology 2019 M. v.d. Laan et al.
- Lit 4 The gas quality in a Hydrogen distribution grid. Delft University of Technology
- Thesis Master of Science, T.M. Hillen 2019
- Lit 5 Regeling gaskwaliteit
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0035367/2019-01-01>
- Lit 6 Eerste inventarisatie naar waterstofuitstromen bij kleine toelaatbare aardgas lekken.
https://www.netbeheernederland.nl/_upload/Files/Waterstof_56_4657edb646.pdf

Meer weten over waterstof en op de hoogte
blijven van onze projecten?

Ga naar www.stedin.net/waterstof