**Waterstof, dit middel kan erger zijn dan de (CO2) kwaal.**

**De landelijke netbeheerders TenneT (elektriciteit) en Gasunie hebben een gezamenlijke studie voor Nederland en Duitsland gedaan betreffende de energietransitie voor de komende decennia. De resultaten van deze studie zijn gerapporteerd in: Infrastructure Outlook 2050 februari 2019**[https://www.tennet.eu/fileadmin/user\_upload/Company/News/Dutch/2019/Infrastructure\_Outlook\_2050\_appendices\_190214.pdf](https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/News/Dutch/2019/Infrastructure_Outlook_2050_appendices_190214.pdf" \t "_blank)

**Om de Parijse doelstelling 2050 te halen, aldus het rapport, dient er een forse energie transitie plaats te vinden met als belangrijke bronnen zon- en windenergie met daarnaast inzet van waterstof, biogas en import van buitenlands aardgas. Het streven is, dat in 2050 verwarming, transport en de chemische industrie volledig op elektriciteit zijn omgeschakeld.  
Het stroomverbruik zal daarmee met een factor 2 à 3 toenemen.  
  
Bijvoeding zal gebeuren met biogas en vooral waterstof.  
Wereldwijd wordt op dit moment nog weinig waterstof (ook wel power-to-gas = P2G genoemd) geproduceerd, omdat het veel te duur is.  
Toch verwacht men, dat er in de komende decennia tientallen waterstoffabrieken zullen worden gebouwd.   
  
Technisch is het mogelijk om kolencentrales te stoken met biomassa.  
Greenpeace stelt dat elektriciteit geproduceerd met biomassa onbetaalbaar zal blijven. Dit blijkt ook uit een subsidie van 3,6 miljard Euro die het Rijk in de komende 8 jaar verleent aan 4 centrales voor het bijstoken van biomassa.  
bron:** <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/sde/feiten-en-cijfers/stand-van-zaken-aanvragen> **Greenpeace is van mening, dat biomassa nodig is voor de productie van brandstof voor vliegtuigen en schepen.**

***Een belangrijke bron voor de opwekking van energie zullen windturbines en zonnepanelen zijn: uitgestrekte windparken op zee en land met dobberende zonnepanelen op binnenwateren en vaste plaatsen op voormalige weilanden zullen het aanzicht van Moedernatuur worden:   
Een “geschenk” van onze generatie aan onze nakomelingen.***

**De ingeschatte energietransitie voor Nederland vanaf 2017 tot 2050 in cijfers uitgedrukt:**

**2017 2050**

**Vloeibaar (olie) 45% -**

**Elektriciteit 16% 35-39%**

**Aardgas 30% 14-15%**

**Waterstof - 24-38%**

**Zon/wind/overig 9% 13-22%**

**We keren terug naar het onderwerp van deze blog:  
Waterstof, dit middel kan erger zijn dan de (CO2) kwaal.  
en we zullen nu de voor- en nadelen van het gebruik van P2G (waterstof) op een rijtje zetten:**

1. **Verschil tussen aardgas en waterstof.**

<http://profadvanwijk.com/wp-content/uploads/2018/05/Technisch-Rapport-Waterstof-de-sleutel-voor-de-energietransitie-8.pdf>   
  
► Waterstof (H2) is het kleinste molecuul op Aarde en “wil overal doorheen”. Pijpleidingen en opslagtanks moeten uit materialen bestaan die weinig of geen lekkage geven. Praktisch goed beschikbare en reeds toegepaste materialen als koolstofijzer of HDPE (High Density PolyEthyleen) voldoen daar overigens aan. Deze materialen zijn dus geschikt voor leidingconstructies om in plaats van aardgas, waterstofgas te vervoeren.   
*De vraag is dus of alle aardgasleidingen gebruikt kunnen worden voor waterstof en zo niet, wie gaat de vervanging betalen … de afnemer dus.*

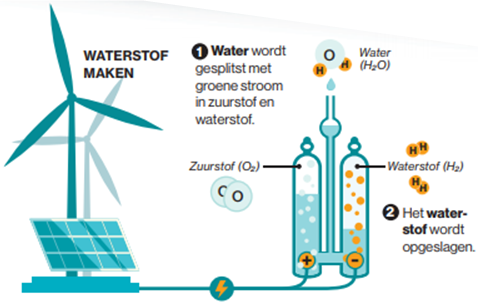
► De energie-inhoud van waterstof is per volume-eenheid relatief klein.   
In vergelijking met laagcalorisch aardgas uit Slochteren, bevat waterstof bij dezelfde druk 3 maal minder energie per volume-eenheid.   
Waterstofauto’s moeten gebruik maken van hogedrukcilinders om de hoeveelheid acceptabel te houden.   
700 bar is de standaard geworden. Deze tanks bevatten dan zo’n 5 tot 6 kg waterstof, waarmee een brandstofcel waterstofauto 500-600 km kan rijden. Een actieradius vergelijkbaar met die van benzine- of dieselauto’s.

► Waterstof wordt vaak als gevaarlijk gezien. Waterstof/luchtmengsels kunnen inderdaad bij een grotere concentratie ontbranden/exploderen. Maar, waterstof is veel lichter dan aardgas/methaan en stijgt daardoor zeer snel op bij een lekkage. KIWA-Gastec heeft dit aangetoond in het HyHouse project met praktijkproeven. De conclusie was dat bij lekkage in huis de kans dat een explosief lucht/waterstof mengsel ontstaat kleiner is dan wanneer aardgas ontsnapt.

► Waterstof heeft als belangrijk voordeel dat het bij verbranding geen koolmonoxide kan vormen. De meeste aardgasdoden in Nederland vallen door koolmonoxidevergiftiging.

1. **Rendement bij de productie van waterstof en gebruik als brandstof voor centrales en waterstof auto’s.**<https://www.wattisduurzaam.nl/15443/energie-beleid/tien-peperdure-misverstanden-over-wondermiddel-waterstof/>

**De omzetting van elektriciteit naar waterstof levert een rendement op van ±75%. De insteek van waterstof voor elektriciteit opwekking gaat gepaard met een rendement van ±55%.   
Het totale rendement voor een waterstofgas gestookte centrale komt dan uit op zo’n 40%.  
Zo verlies je onderweg ±60% van de origineel opgewekte stroom en   
dat betekent, dat we per kilowattuur eindverbruik minimaal dubbel zo duur uit zijn.   
Het rendement van 75% bij de productie van waterstof geldt voor auto’s, die op waterstof gaan rijden!**

<http://profadvanwijk.com/wp-content/uploads/2018/02/screenshot_688-Feb.-14-11.28.png>

*De Noordelijke provincies (Groningen, Friesland en Drenthe) zien veel toekomst in waterstof, als alternatief voor de aardgaswinning. Om een groene waterstofeconomie van de grond te krijgen, schatten zij in dat tot 2030 voor 5,5 tot 10 miljard euro aan investeringen nodig is in waterstof. En daarboven nog 12   
tot 15 miljard in offshore wind.*

1. Kwaliteit van het water, dat voor de elektrolyse nodig is.

Voor de productie van waterstof via elektrolyse is de noodzaak van zeer zuiver water essentieel.   
Stel, dat we alle fossiele brandstof voor auto’s in 2050 hebben vervangen door waterstof.   
In 2017 was het brandstofverbruik in Nederland 11.000 miljoen kg.   
Als we deze hoeveelheid moeten vervangen door waterstof dan gaat het hier ruwweg om 33.000 miljoen kg waterstof, welke dan geproduceerd moet worden.  
Voor de aanmaak van deze hoeveelheid waterstof door elektrolyse is dan   
297.000 miljoen kg drinkwater nodig.   
Het verbruik aan drinkwater in Nederland is 1.100.000 miljoen kg.  
Voor de aanmaak van waterstof is dit ¼ deel van ons drinkwaterverbruik.  
Voor Nederland hoeft dit geen probleem te zijn, maar voor veel landen waar nu al sprake is van een drinkwater te kort levert dat gigantische bezwaren op.  
Helaas is zeewater niet geschikt voor elektrolyse, omdat door de aanwezige chloriden in het zeewater bij elektrolyse ook het giftige chloorgas ontstaat. Er is wel onderzoek gaande om door gebruik van andere elektroden het vrijkomen van chloorgas te minimaliseren.

1. Bij de verbranding van waterstof ontstaat waterdamp.  
   Waterdamp is een sterk broeikasgas.

Bij de verbranding van 1 kg benzine (C8H18) ontstaat 1,5 kg water.  
Bij de verbranding van 1 kg waterstof (H2) ontstaat 9 kg water.  
De uitlaatgassen van een benzinemotor hebben een temperatuur van 900°C. Op weg naar de uitlaat vindt koeling door langsstromende rijwind plaats. De uitlaattemperatuur ligt dan nog altijd dik boven de 100°C en dat betekent, dat het water als waterdamp (gas) in de omgevingslucht verdwijnt.

In de natuurkunde kennen we het begrip relatieve vochtigheid.  
De relatieve vochtigheid is de verhouding tussen wat er aan waterdamp in lucht aanwezig is en wat er maximaal in zou kunnen. De relatieve vochtigheid is afhankelijk van de temperatuur. Zie bijgaande tabel.

**Temperatuur Verzadigd  
°C gram/m³**

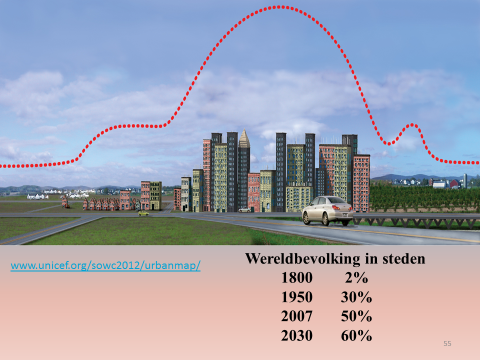
-20 0,90  
-15 1,41  
-10 2,15  
- 5 3,26  
 0 4,84  
 5 6,83  
10 9,40  
15 12,85  
20 17,28  
25 23,05  
30 30,34  
35 39,56

Bij een relatieve vochtigheid van bijvoorbeeld 80 bij 20°C is er 80% van 17,28 gram per m³ aan waterdamp aanwezig. Als de temperatuur stijgt dan kan de lucht meer waterdamp opnemen, bijvoorbeeld bij 25°C kan de lucht maximaal 23,05 gram per m³ lucht bevatten.  
In de winter kan het overdag soms 10°C zijn en stel dat de relatieve vochtigheid 75 is, dan bevat de lucht 75% van 9,40 = 7,05 gram per m³ lucht. Als het dan ‘s nachts gaat vriezen en wordt het bijvoorbeeld -5°C dan kan de lucht maximaal 3,26 gram per m³ bevatten en vindt er condensatie plaats. Ook al heeft het niet geregend dan zal er toch ijs ontstaan op de ruiten van uw auto of woning omdat dit gecondenseerde water op het koude oppervlak bevriest.  
Warme lucht kan dus meer vocht bevatten dan koude lucht.  
De hoeveelheid waterdamp, die de lucht kan bevatten neemt met 7% toe bij elke graad temperatuurstijging.  
  
Er bestaat in de wetenschap geen verschil van mening over het effect van waterdamp en CO2 als broeikasgas.

Waterdamp is voor 90% als broeikasgas verantwoordelijk voor de opwarming van de lucht. Bij het ontbreken van waterdamp in de lucht is het kleine beetje CO2 (0,04%) nauwelijks in staat om de warmte na het ondergaan van de Zon vast te houden. Het praktische voorbeeld doet zich voor in de woestijn, waar het overdag zo’n 45°C kan zijn en de temperatuur ’s avonds al vlot onder 0°C kan worden.  
Omgekeerd is het zo, dat warmere plekken meer waterdamp kunnen opnemen en dat daarmee het broeikaseffect toeneemt, m.a.w. er is sprake van meer opwarming.  
Deze situatie doet zich voor boven industriegebieden, steden en asfaltwegen. De enorme toename in verstedelijking (menselijk handelen) van de laatste 100 jaar, waarbij groene aanplant is verdwenen, is verantwoordelijk dat er veel meer zonnewarmte in de bebouwing wordt opgenomen en dus ook meer IR-straling wordt uitgezonden, waardoor de bovenliggende lucht extra wordt opgewarmd en dus in droge tijden op haar beurt meer waterdamp kan opnemen hetgeen resulteert in een extra broeikasgas effect. Zie afbeelding.

De combinatie van extra opwarming door verstedelijking en extra toevoer van waterdamp vanuit de (toekomstige) waterstofauto’s kan een oorzaak worden van een toename van het broeikasgas effect.

***De temperatuur verschillen kunnen van 4 tot 7 graden oplopen***



5. Beschouwingen

Klimaatwetenschap is verre van eenvoudig en er zijn nog veel onderwerpen waar men nog veel te weinig van afweet.  
Het IPCC heeft gebruik gemaakt van modellen (historische gegevens) van waaruit de toekomst van het klimaat is voorspeld.  
Achteraf worden er nu allerlei correcties doorgevoerd en gebleken is, dat de soep niet zo heet gegeten wordt als hij is opgediend.  
Het moet voor iedereen toch duidelijk zijn dat het klimaat zich niet de wet laat voorschrijven.   
Vervolgens gaat de overheid met al haar aanhang (provincies, gemeentes, etc.) met klimaatleek Ed Nijpels voorop, oplossingen doorvoeren voor een CO2 probleem, dat nauwelijks meer bestaat: Voor de gemiddelde hoeveelheid IR-straling vanuit de Aarde is een overmaat aan CO2 aanwezig. Meer CO2 heeft dus geen of nauwelijks effect meer.  
Zie ook: <https://www.climategate.nl/2018/06/co2-is-niet-het-belangrijkste-broeikasgas/>

Deze niet-werkende oplossingen zijn nu voorgelegd aan het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), die vervolgens met verouderde modellen aan de slag gaat voor een kostenberekening.  
Modellen, geven evenals voorspellingen van de rente op de kapitaalmarkt, geen feitelijke zekerheid voor de toekomst.   
Het is een glazen bol visie.



De heer J.T. Mommaas, directeur van het PBL, gaf in de uitzending van Nieuwsuur (20.02.2019) een zeer warrige uiteenzetting over de wijze van aanpak. Zelfs de reporter kon er geen touw aan vastknopen.  
  
De jeugd wordt in deze dwaling meegesleept en gaat de straat op om te demonstreren. Ook zij weten niet hoe de vork in de steel zit.  
  
**Uiteindelijk zal de burger bloeden en in onwetendheid zwijgen.**

1. Conclusies:

► Bij de omschakeling in auto’s van benzine naar waterstof komt er een factor 6 meer aan waterdamp in de atmosfeer terecht, dat op droge warmere plaatsen tot een verhoging van het broeikaseffect door waterdamp kan leiden.   
Het is dus verstandig om eerst het effect van grootschalig gebruik van waterstof als energiedrager nader te bestuderen.

► Als er sprake is van beïnvloeding op het klimaat door het gebruik van waterstof dan krijgt de elektrische auto als vervoermiddel de voorkeur.  
Het is dan verstandig om kerncentrales te plaatsen voor de opwekking van de noodzakelijke extra elektriciteit, omdat dit nooit door windturbines en zonnepanelen opgebracht kan worden.

► Het is onmogelijk om alle benodigde elektrische energie zonder centrales op te wekken:  
- Zonnepanelen leveren geen elektriciteit ’s nachts en bij rijp- en sneeuw-   
 bedekking ook niet.   
- Het aantal windturbines zal altijd ontoereikend blijven en bovendien   
 komt voor de elektriciteit voorziening aanbod en vraag niet met elkaar   
 overeen. De opbrengst aan elektriciteit van windturbines is volledig   
 afhankelijk van de windkracht:  
 Windkracht 9: turbine moet vanwege veiligheid stil gezet worden;  
 Windkracht 7: maximaal vermogen;  
 Windkracht 5: 12%;  
 Windkracht 4: nauwelijks vermogen.  
  
De energiebronnen, die bij een volledige energietransitie nog alleen ter beschikking staan, zijn biogas en waterstof.  
Biogas valt af, want dat zal gebruikt moeten worden voor de productie van brandstof voor schepen en vliegtuigen en dus blijft er alleen waterstof over.  
Waterstof wordt door elektrolyse uit water gemaakt en hiervoor is elektriciteit nodig. Rendement 75%.  
Vervolgens wordt dit waterstof in centrales gebruikt om elektriciteit op te wekken. Het rendement hiervan is 55%. Totale rendement: 40%  
Ook voor waterstofauto’s is waterstof nodig, dat met elektriciteit wordt geproduceerd. In de waterstofauto wordt vervolgens stroom opgewekt, waarmee de auto kan rijden.  
Hier past alleen maar de oer-Hollandse uitdrukking:  
**Zijn we nu helemaal van de pot gerukt?**Als men nog over een klein beetje verstand beschikt, kom je ook hier tot de conclusie dat kerncentrales een bittere noodzaak zijn.  
De chinezen hebben het door: zij hebben nu al 40 kerncentrales en er worden er nog tientallen bijgeplaatst.

► De klimaatverandering wordt slechts in zeer geringe mate veroorzaakt door het broeikasgas CO2. Het verdwijnen van aanplant en boskap met in de plaats daarvan verstedelijking is de hoofdoorzaak van de plaatselijke opwarming van de Aarde.  
Nieuw-Zeeland is gestart met de extra aanplant van 1 miljard bomen!

► Alle investeringen, die ingezet worden voor het terugdringen van het CO2 gehalte in onze atmosfeer hebben **geen effect**.  
► **De overheid doet er verstandig aan om de klimaatwet te annuleren en zich terug te trekken uit het Parijse Akkoord.  
Preventieve maatregelen zullen meer effect hebben.**

Zwartebroek, 22 februari 2019

Ing. Ap J.H.G. Cloosterman