# **Position Paper rondetafelgesprek tweede EU-mobiliteitspakket**

Vaste Commissie voor Infrastructuur en Waterstaat van de Tweede Kamer der Staten Generaal

8 Februari 2018

In het tweede EU-mobiliteitspakket worden vooral normen gesteld voor de CO2-emissies van auto’s en is een plan voor de opbouw van tankinfrastructuur voor CNG, LNG, elektriciteit en waterstof geschetst. De trend is duidelijk richting elektrisch vervoer, hetgeen inderdaad de richting moet zijn. Het beleid zou daarbij nog sneller richting nul CO2-emissies kunnen worden vormgegeven, dan nu wordt voorgesteld. De techniek is er klaar voor en door massaproductie worden elektrisch aangedreven voertuigen ook goedkoop. Dat geldt voor zowel de elektrische auto met batterijen, als de elektrische auto met brandstofcel en waterstof. Zowel batterijen en zeker ook brandstofcellen zullen door massaproductie goedkoop worden. Er zal een scala van auto’s met alleen batterijen, met batterijen en range extender brandstofcel-waterstof, of alleen brandstofcel-waterstof met een kleine batterij, op de markt komen.

De snelheid waarmee elektrische auto’s kunnen worden ingevoerd, hangt af van de tankinfrastructuur voor elektriciteit én waterstof. Het is geen kip-ei probleem, nee eerst dient er een voldoende tankinfrastructuur te zijn en dan pas gaan we een elektrische auto kopen. Wat daarbij opvalt is dat een elektrische laadinfrastructuur aanleggen wel verplichtend is gesteld door de EU, maar een waterstoftankinfrastructuur aanleggen niet. Dit zou wel moeten, naar Duits voorbeeld, waar tot aan 2023 400 waterstoftankstations gepland en gespreid over Duitsland gebouwd gaan worden door een consortium van grote energiebedrijven en autobedrijven. Nederland zou er goed aan doen op dit Duitse plan aan te haken.

Vele mensen in Nederland vragen zich af waarom waterstof-brandstofcel auto’s een rol gaan spelen, en wijzen dan onder andere op de lage keten-efficiëntie van productie en gebruik van groene waterstof. Maar groene waterstof zal als energiedrager en voor grootschalige energieopslag juist wel een belangrijke rol gaan spelen in een duurzaam energiesysteem. Hieronder worden een drietal belangrijke aspecten uitgewerkt, waarom groene waterstof in grote hoeveelheden in een duurzaam energiesysteem komt. Groene waterstof zal dan worden gebruikt als grondstof en voor hoge temperatuur stoom in de industrie, voor elektriciteitsbalancering, voor verwarming van gebouwen en woningen, maar zeker ook voor mobiliteit.

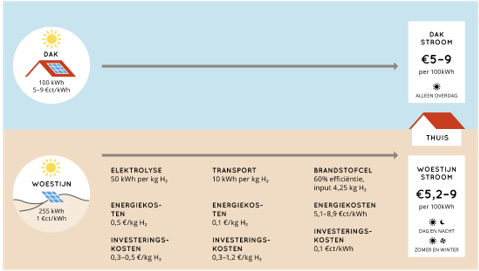
## **Productie van duurzame energie daar waar het het goedkoopst is.**

Zonne-energie en windenergie kennen niet dezelfde karakteristieken als olie of gas. Een vat olie kunnen we over de wereld vervoeren. De energie-inhoud van dat vat olie is overal op de wereld hetzelfde en je kunt de olie gebruiken wanneer jij dat wil. Met zonne- en windenergie is dat anders. Een zonnecel in de Sahara produceert 2,5-3 keer zoveel energie als dezelfde zonnecel in Nederland op ons dak. We kunnen dus zeggen dat de ‘energie-inhoud’ van zonnecellen niet overal op de wereld hetzelfde is. Bovendien produceert de zonnecel energie afhankelijk van de zoninstraling, waardoor niet op elk moment aan de vraag kan worden voldaan. We kunnen duurzame energie dus het goedkoopst produceren op die plekken waar de wind het hardst waait of de zon het meest schijnt, maar dan moeten we een manier zien te verzinnen om die energie te vervoeren. Dat kan door het om te zetten in waterstof, via elektrolyse van water. Waterstof kunnen we vloeibaar maken, of waterstof kunnen we binden aan stikstof uit de lucht en dan krijg je ammoniak. Vloeibare waterstof of ammoniak kunnen we in een schip stoppen en vervoeren naar elke plek op de wereld.

Laten we nu eens een vergelijking maken tussen de kosten van zonne-energie geproduceerd op ons dak en zonne-energie geproduceerd in de woestijn, die wordt omgezet naar waterstof, vloeibaar wordt gemaakt, per schip wordt vervoerd, hier in een waterstofpijplijn wordt gestopt, naar je huis wordt gebracht waar een brandstofcel het weer omzet in elektriciteit. Uitgangspunt is dat je de zonne-energie in de woestijn voor 1 Eurocent/kWh kunt produceren. Een prijs die snel dichterbij komt, nu al in landen als Saudi-Arabië en Mexico in tenders prijzen van onder de 1,8 Dollarcent/kWh zijn geboden. Dat betekent dat dezelfde zonnecellen op ons dak elektriciteit produceren voor 2,5-3 Eurocent/kWh. Maar zo’n kleinschalig zonne-energiesysteem op ons dak is ook gauw een factor 2-3 duurder dan een grootschalig systeem in de woestijn. Dus op ons dak wordt dan zonne-elektriciteit geproduceerd voor zo’n 5-9 Eurocent/kWh.

Als we eenzelfde hoeveelheid elektriciteit thuis geleverd willen hebben, betekent dat door alle omzettingsverliezen, we veel meer elektriciteit in de woestijn moeten produceren. Om 1 kWh thuis afgeleverd te krijgen uit de woestijn, moeten er daar 2,55 kWh geproduceerd worden, een keten efficiëntie van 40%. Daarnaast moeten al de investeringen gedaan worden in deze keten. Maar als we deze rekensom doen, dan zien we dat we uiteindelijk eenzelfde prijs per kWh betalen, ook zo tussen de 5-9 Eurocent/kWh. En die elektriciteit hebben we beschikbaar op het moment dat we dat willen, dag én nacht, zomer én winter

***Het gaat in een duurzaam (zon-wind) energiesysteem uiteindelijk niet meer om de keten-efficiëntie maar om de keten-kosten.***



## **Moleculen vervoeren is veel goedkoper dan elektronen vervoeren.**

Het vervoer van energie van de plek waar het opgewekt wordt naar de plaats waar het gebruikt wordt kan op verschillende manieren. Maar er is een groot verschil in kosten tussen het vervoeren van elektriciteit of een gas (aardgas, waterstofgas) Het vervoeren van eenzelfde hoeveelheid energie in de vorm van elektriciteit of in de vorm van aardgas is een factor 10-20 keer zo duur. Een simpele vergelijking tussen de offshore Britned kabel en de offshore gaspijplijn BBL die beiden Nederland en Engeland verbinden, laat dat goed zien.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **BritNed Kabel** | **BBL gaspijplijn** |
| **Capaciteit** | 1 GW | 15 GW |
| **Constructiekosten** | 500 miljoen Euro | 500 miljoen Euro |
| **Volume** | 8 TWh | 120 TWh |

Als er ver op zee offshore windturbines worden gebouwd, dan kan het goedkoper zijn om de elektriciteit dus te converteren naar waterstof, een bestaande aardgaspijpleiding die al in de Noordzee ligt, om te bouwen naar waterstof en zo de offshore windenergie op de plek te brengen waar het gebruikt wordt. Het ombouwen van een aardgaspijpleiding naar waterstof, is maar 5-10% van de kosten om een nieuwe pijplijn te bouwen. Natuurlijk moet er over de hele keten worden gerekend, dus ook met de investeringen en verlies in de elektrolyser. Maar als de productie van offshore wind elektriciteit steeds goedkoper wordt, dan wordt de waterstof route steeds interessanter.

***Het transport van offshore windenergie, via waterstof door omgebouwde aardgaspijpleidingen i.p.v. elektriciteit via nieuw te bouwen kabels, is een factor 100-200 keer zo goedkoop.***

## **Grootschalige energieopslag; waterstof versus elektriciteit**

In Europa, meer in het bijzonder in Nederland, is het probleem van elektriciteitsproductie met zonnecellen niet alleen een dag-nacht opslagprobleem maar zeker ook een zomer-winter opslagprobleem. In de winter produceren de zonnepanelen veel te weinig elektriciteit voor het gebruik overdag, laat staan dat via opslag in batterijen ook het verbruik in de nacht kan worden gedekt. Deze situatie is heel anders in b.v. California, daar produceren zonnecellen op het dak ook in de winterdagen voldoende elektriciteit om via batterij opslag ook ’s nachts in de elektriciteitsvraag te voorzien. California ligt immers zo ongeveer op de hoogte van de Sahara, maar Nederland niet.

In Nederland hebben we dus een zomer-winter opslagprobleem als zo goed als iedereen zonnecellen op zijn dak gaat leggen. In een dergelijke situatie is conversie van de overtollige elektriciteit in de zomer, naar waterstof een goede optie. De waterstof kan via omgebouwde aardgaspijpleidingen dan afgevoerd worden naar een grootschalige waterstofopslag. En deze grootschalige vorm van waterstofopslag is al in Nederland en heel Europa aanwezig. Waterstof kan net als aardgas zeer gemakkelijk en goedkoop in grote volumes worden opgeslagen in lege zoutkoepels. Die lege zoutkoepels zijn er al, want ontstaan omdat daar zout uit is gewonnen, dus hoef je niet aan te leggen. Als de waterstof in de winter weer nodig is, dan gebruik je datzelfde waterstofnet (omgebouwd aardgasnet) weer om het naar een stad of dorp te brengen om er met een brandstofcel weer elektriciteit van te maken. Maar het is ook te gebruiken om op te rijden, te verwarmen of op te koken.

***In één zoutkoepel kan ongeveer 6.000 ton waterstof opgeslagen worden, oftewel 235 miljoen kWh opslaan. Dit staat gelijk aan de opslagcapaciteit van een ruime 16,5 miljoen Tesla power walls van 14 kWh elk.***

Prof dr. Ad van Wijk

31 Januari 2018