

# Heeft Groene Waterstof een toekomst?

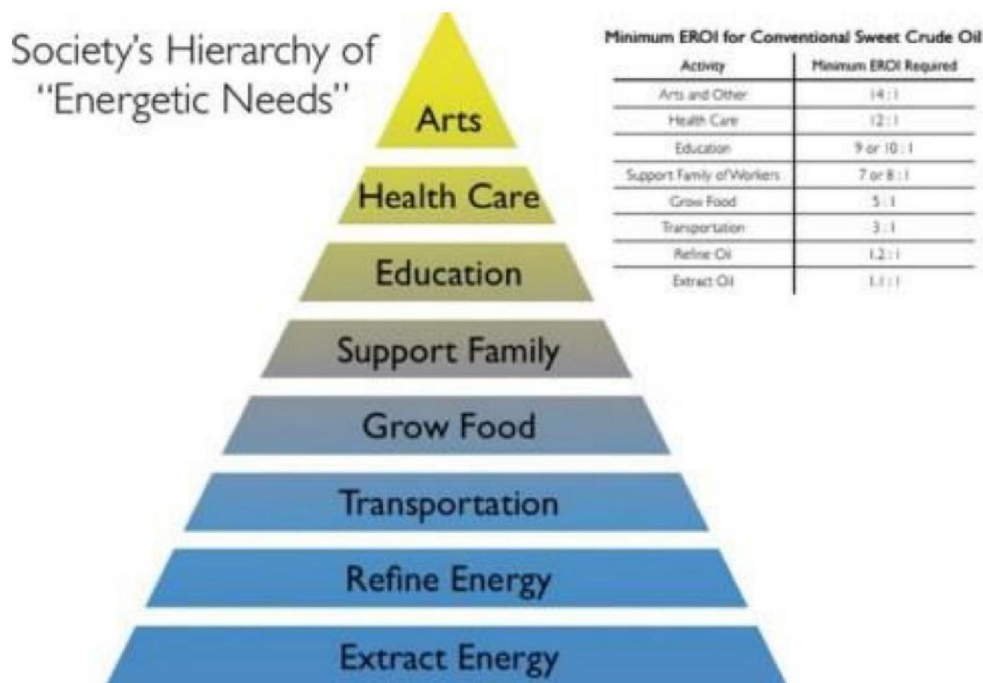
Fred Udo  
20 jan 2023

## Deel 1. Energie

Voor de discussie over waterstof wil ik eerst iets zeggen over het belang van energie in het algemeen, want energie is de bepalende factor voor de kwaliteit van onze samenleving. Onze maatschappij is gebaseerd op de beschikbaarheid van betrouwbare, goedkope energie. Tot nu toe werd dit geleverd door fossiele brandstoffen. Met fossiele brandstoffen is het mogelijk geworden om de wereldbevolking te laten groeien van 1 tot 8 miljard en tegelijkertijd de armoede significant te verminderen ook in de derde wereld.

De kwaliteit van een energiebron kan uitgedrukt worden in de EROI, De Energie Return On energy In. Hoe groter de opbrengst per bestede energie, hoe bruikbaarder de energiebron is voor de samenleving.

**Fig. 1 Energiekwaliteit**



Op de onderste tree is de gewonnen energie helemaal nodig om de nieuwe energie te winnen, dus een energiebron met EROI = 1 is zinloos.

*Gaan wij zo omhoog, dan zien wij dat een EROI van 7 het absolute minimum is om een moderne maatschappij overeind te houden.*

*Is de EROI van de energievoorziening 3 of 4, dan vallen wij terug naar de pre-industriële samenleving met de os voor de ploeg en een paard als trekkracht.*

Zelfs filosofen houden zich nu bezig met onze energievoorziening.

Een interessante uitspraak van de jonge Belgische filosoof Maarten Boudry:

*De eeuwen voor 1800 zonder opwarming van de aarde waren eeuwen van doffe ellende, de twee eeuwen erna van ongeziene welvaart en voorspoed."*

■ schrijft ook, dat dankzij fossiele brandstoffen het niet meer nodig is om bossen te kappen om onze huizen te verwarmen, maar daar wordt in groen Brussel toch anders over gedacht. Toch is brandhout gewoon brandhout, ook wanneer het wordt omgedoopt tot biomassa met bijbehorende miljardensubsidies.

De Nederlandse filosoof Ophelder schreef al in 2008 over biobrandstoffen:

*"Wie biodiesel gebruikt, rijdt op vermalen regenwoud of op brood van een ander*

*Dit zegt genoeg over het onderwerp biobrandstoffen.*

Gedurende de twintigste eeuw is onze samenleving steeds meer afhankelijk geworden van een speciale hoogwaardige vorm van energie namelijk **elektriciteit** en wel betrouwbare en betaalbare elektriciteit.

Een voorbeeld hoe goedkoop energie nu is:

Het vermogen van een paard is één paardenkracht. In moderne eenheden is dit 0,7 kilowatt. Werkt het paard 6 uur in een tredmolen om stroom op te wekken, dan heeft het arme dier die dag 4,2 kilowattuur geproduceerd.

Deze hoeveelheid stroom kost nu 21 eurocent op de termijnmarkt.

Hoeveel geven wij uit voor onze elektriciteit?

Het stroomverbruik in Nederland schommelt al jaren rond de 120 000 GWh per jaar.

Deze hoeveelheid stroom wordt verkocht tegen 5 cent per kilowattuur of 50 000 euro per gigawattuur.

De omzet van de centrales is dus  $120\,000\text{ GWh} \times 50\,000\text{ euro/GWh} = 6\text{ miljard euro per jaar}$ .

*Dit bedrag moeten wij zien in het licht van de tientallen miljarden die per jaar uitgegeven worden om groene energie te promoten.*

Stroom telt voor 15% van het totale energieverbruik. Denk verder aan gas, olie en kolen.

De kosten voor energie in Nederland zijn dus 7 maal 6 miljard = 42 Miljard euro.

Het Bruto Nationaal Product is ongeveer 700 miljard euro, dus wij geven  $42 / 700 = 6\%$  van onze verdiensten uit aan energie of anders gezegd: 1 euro energie levert 16,6 euro inkomen op. Dit kan gezien worden als een maat voor de EROI.

Men heeft berekend, dat de energievoorziening op wereldschaal nu een EROI van 17 heeft.

Het aandeel van kolen, olie en gas in de energievoorziening van de wereld is 83%.

Dit percentage is de laatste 10 jaar maar enkele procenten gedaald ondanks de inspanningen in de Westerse wereld om fossiele brandstoffen in de ban te doen.

Het elektriciteitsnet is de grootste machine ooit gebouwd.

Het feit, dat door het ontbreken van opslag van elektriciteit vraag en aanbod op ieder moment in evenwicht moeten zijn, maakt de leveringszekerheid van 99,99% tot een van de mooiste resultaten van het werk van generaties ingenieurs. Dit systeem werkt door middel van grote draaiende generatoren en een koppel netwerk over het hele land. Deze generatoren houden niet alleen de spanning op uw stopcontact binnen nauwe grenzen op 230 volt, maar ook de

frequentie van 50 Hertz. De nauwkeurigheid daarvan kan afgelezen worden op elke stationsklok, want die loopt gelijk door synchronisatie met de 50 Hertz van het net.

De complexiteit van het net en het belang van betrouwbare en goedkope stroom kunnen niet overschat worden. Bedenk u driemaal voor u daaraan gaat knutselen.

*In den Haag en Brussel ontbreekt dit inzicht volledig.*

## Deel 2. De strijd tegen de CO<sub>2</sub> uitstoot.

Volgens het Intergouvernemental Panel on Climate Change (IPCC) gaat de wereld in 2050 ten onder aan temperatuurstijging veroorzaakt door een overmaat van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer, De boven ons gestelden leiden hieruit af, dat zij de wereld moeten redden door ons land vol te zetten met windmolens.

Niet alleen ons land, maar men heeft ook grootse plannen met de Noordzee.

In de Esjberg Declaration van 18 mei 2022 stellen 4 eerste ministers, dat de Noordzee volgebouwd gaat worden met 65 GW windvermogen in 2030 en 150 GW in 2050,

*“To replace fossil fuels, including Russian oil, coal and gas, with European renewable energy from the North Sea”*

Direct daarna kwamen vijf belangenorganisaties hierop af als vliegen op de subsidiestroop en tekenden een verklaring die bol staat van grote plannen voor een waterstofeconomie. Groningen wordt de leverancier van groene energie voor Nederland. In deel 3 zullen wij zien hoe dit nu gaat.

Hoeveel energie en materiaal nodig is om de wereld van groene energie te voorzien staat in een 1000 pagina's groot rapport uit Finland, dat de behoeften aan mineralen analyseert, dat voor een totale energietransitie nodig is. [1]

*Voor een groene energievoorziening is de aarde te klein.*

Met zwaaiपालen wordt een nieuw element in het stroomnet geïntroduceerd namelijk **aanbod gestuurde elektriciteit of wiebelstroom**. Dit is een begrip dat aangeeft, dat er stroom geleverd wordt als er wind is, maar de hoogte van de productie **hangt niet samen** met de vraag naar stroom. Klassieke centrales regelen de productie naar de vraag en zijn dus vraaggestuurd.

Al in 2013 schreef ik naar aanleiding van het energieakkoord tot stand gekomen onder bezielende leiding van dhr Nijpels en met handtekeningen van 40 organisaties:

*Afwezig waren de ingenieurs en technici die er in de afgelopen eeuw voor hebben gezorgd, dat onze stroomvoorziening met een leverzekerheid van 99,99% een van de betrouwbaarste ter wereld is.*

*Afwezig waren de exploitanten van kolencentrales, die zouden kunnen uitleggen, dat een moderne installatie weinig meer uitstoot dan CO<sub>2</sub> en water.*

*Afwezig waren de operators van gascentrales die weten, dat een conversierendement van 60% fantastisch is, maar dat zo 'n prestatie wel beperkingen oplegt aan het bedrijven van de installatie.*

*Niet welkom waren de natuurkundigen, die stellen, dat kernenenergie de enige betrouwbare en veilige manier is om zonder fossiele brandstoffen de wereld van energie te voorzien.*

Ongehinderd door technische bezwaren of financiële hindernissen was men het er unaniem over eens, dat wind- en zonne-stroom de hoofdbijdrage moeten leveren aan de uitbanning van fossiele brandstoffen. Het gebrek aan technisch besef blijkt al uit het feit, dat geen woord gewijd werd aan de inpassing van het voorgestelde windstroom vermogen in het bestaande net.

De klimaattafels weer met dhr Nijpels herhaalden 7 jaar later hetzelfde idee op grotere schaal.

Het technisch onbenul was in dit gezelschap na 7 jaar en een energiecrisis nog precies even groot.

Inmiddels is de klimaatwet aangenomen door de Tweede Kamer, dus ligt nu bij wet vast, dat wij in 2030 de helft van de CO<sub>2</sub> moeten wegbezuinigen in onze maatschappij. Niemand in de Tweede Kamer vroeg zich af of een dergelijke ingreep in onze energievoorziening technisch, financieel en maatschappelijk mogelijk is. De rechterlijke uitspraken hierover bekommeren zich daar evenmin om.

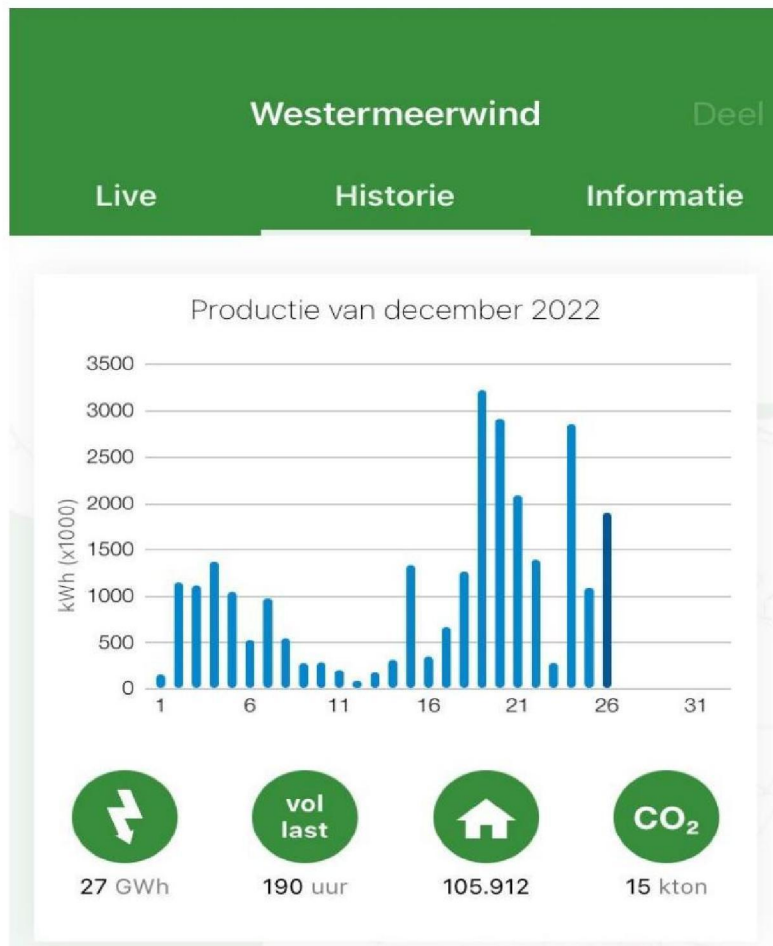


In 2050 leven wij helemaal van de wind, maar dan moet wiebelstroom wel omgezet kunnen worden in betaalbare en betrouwbare stroom.

Hoe ziet wiebelstroom eruit?

Een voorbeeld, dichtbij en recent uit het IJsselmeer:

**Fig. 2 Wiebelstroom uit het IJsselmeer**

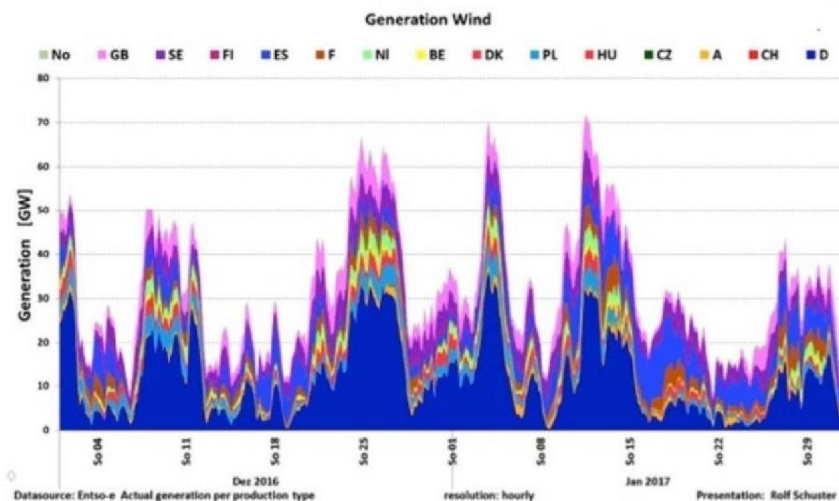


December is een van de windrijkste maanden, maar tussen 1 en 18 december was de bijdrage van windstroom aan het net verwaarloosbaar. Het is duidelijk, dat stroom met een dergelijk aanbodprofiel niet bruikbaar is en dus ook weinig marktwaarde heeft. Dit plaatje geeft de windproductie per dag weer.

Een oud argument is, “Het waait altijd wel ergens”. Kijken wij naar de meetgegevens, dan blijkt dit niet waar. Het volgende plaatje is de productie per uur voor heel Europa gedurende december 2015 en januari 2016.

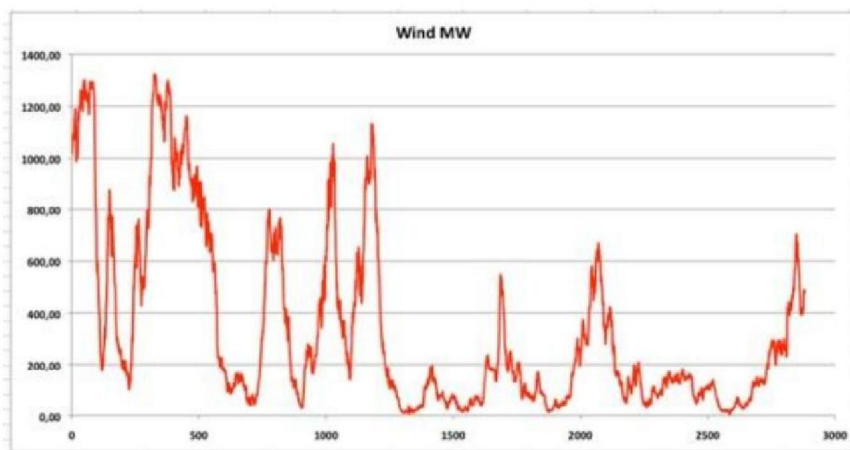
**Fig. 3 Wiebelstroom in W Europa Dec – jan 2016**

Hiermee is het argument “Maar het waait altijd wel ergens” ontkracht voor windenergie in Europa.



Kijken wij voor een redelijk groot systeem als alle windmolens in Ierland, maar nu met een verfijning tot 15 minuten, dan blijken de variaties in de productie van honderden molens sneller te verlopen dan men voor mogelijk zou houden. Ierland heeft ongeveer dezelfde afmetingen als de Noordzee, waar men 150 GW in wil plempen.

**Fig.4 Wiebelstroom uit Ierland**



De is de stroomproductie van *alle* zwaaiipalen in Ierland in April 2012. Het totale vermogen was 1,4 GW verdeeld over het hele land. De variaties per kwartier gaan tot 30% van het totale vermogen.

De regering rekent in overeenstemming met EU-afspraken alsof elk kilowattuur windstroom de brandstof spaart van een kilowattuur fossiel opgewekte stroom. Dit houdt in, dat windstroom altijd geheel in het net kan worden opgenomen zonder dat er rendementsverliezen optreden in de klassieke centrales.

Uit analyse van de officiële gegevens van Ierland blijkt, dat de rendementsverliezen zo hoog zijn, dat 2/3 van de brandstofbesparing te niet gedaan wordt zodra het aandeel wind stijgt boven 10% van de vraag naar stroom, ref (2).

Na het verschijnen van dit artikel is de publicatie van de Ierse gegevens in een zodanige vorm gegoten, dat het bijna onmogelijk is om recente gegevens te krijgen.

Het gebruik van het bestaande fossiele systeem als achtervang van wind en zon is heel inefficiënt bij een hoog aandeel wind en men zoekt naarstig naar andere oplossingen. Een bijeffect van het parasiteren op het klassieke systeem is, dat het klassieke systeem volledig operationeel moet blijven, anders gaan de lichten uit bij donkelflaute.

***Zet de centrales stil en er gebeurt een ramp, zet de molens stil en er gebeurt niets.***

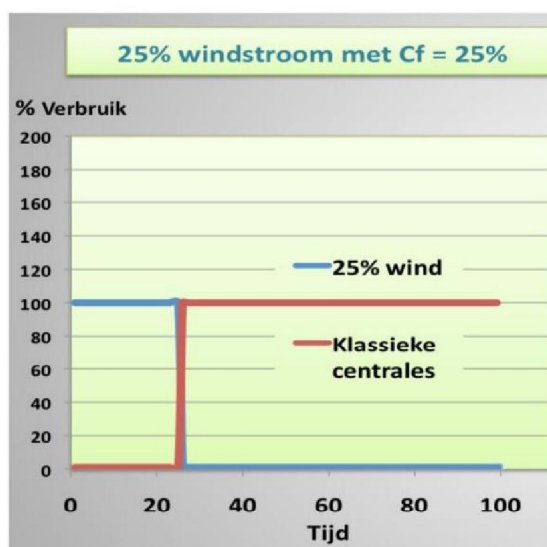
*Het gelijkstellen van aanbod gestuurde windstroom aan vraaggestuurde klassieke stroom is een fundamentele fout. De politiek weigert deze fout te erkennen.*

Een actueel onderwerp is stroomoverschotten.

Stel een net met een constante stroomvraag van 1 Gigawatt uitgerust met zwaaiपालen tot een totaal windvermogen van 1 GW. Zeg 500 van 2 MW windvermogen

De wind blaast voluit 25% van de tijd en het is 75% windstil.

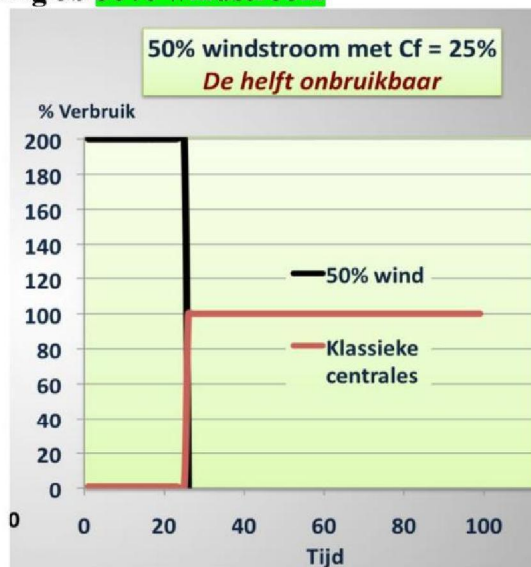
**Fig. 5a 25% capaciteitsfactor**



Dit zien wij op het eerste plaatje: 25% wordt geleverd door wind, 75% door de klassieke centrales.

Nu verdubbelen wij het aantal molens en krijgen wij het tweede plaatje.

Fig 5b 50% windstroom



De extra windstroom is onbruikbaar en de centrales leveren nog steeds 75% van de vraag. Dit is een schema, maar de voorgaande figuren tonen, dat de werkelijkheid daar dichtbij komt.

Zodra het vermogen groter wordt dan de vraag zijn er momenten, dat er een stroomoverschot is. Dit heeft twee effecten:

- De moleneigenaars krijgen betaald voor niet geleverde stroom
- De groothandelsprijs gaat negatief.

Het tweede effect wordt veroorzaakt door het feit, dat stilzetten en weer opstarten van een centrale veel geld kost, dus bieden centrales stroom aan tegen negatieve prijzen om de periode met veel wind door te komen zonder de centrale stil te zetten.

Deze effecten treden nu al regelmatig op in Duitsland en kosten miljarden, te betalen door de afnemers. Wij hebben er ook al mee te maken, want Tennet koopt graag stroom uit Duitsland met geld toe. Gedurende de kerstdagen 2022 was de stroomprijs ook in Nederland negatief.

Voordat de vergelijking van klassieke stroom met windstroom gemaakt kan worden moet er dus nog een schakel tussen namelijk: Opslag van stroom.

Accu's kunnen stroom opslaan, maar een voorbeeld uit een ander nutsbedrijf maakt duidelijk, dat accu's de problemen met windstroom niet kunnen oplossen.

*Emmers zijn heel geschikt om water te vervoeren, maar in de regionale waterleidingbedrijven worden zij zelden toegepast.*

Hiermee wil ik de bespreking van accu's als stroomopslag afsluiten.

In Nederland zijn geen grote hoogteverschillen, dus dammen en waterreservoirs zijn ook geen optie.

Wind en zon zijn niet in staat om zonder opslag van energie in welke vorm dan ook onze maatschappij van betrouwbare stroom te voorzien. Men denkt nu de oplossing te hebben gevonden in waterstof.



### Deel 3. Groene Waterstof

De media gonzen van de nieuwe oplossing, die alle moeilijkheden van opslag van stroom zal wegvagen: **Groene waterstof**.

Het idee is simpel: Installeer een hoop molens die te veel produceren als het hard waait en stop het overschot in een electrolyser om er waterstof van te maken. Met die waterstof maak je stroom als de wind wegvalt. Hele windparken kunnen ingezet worden om waterstof te maken, zodat ook het vervoer, de verwarming en de industrie op waterstof kunnen draaien.

Fig 6 Waterstofhype

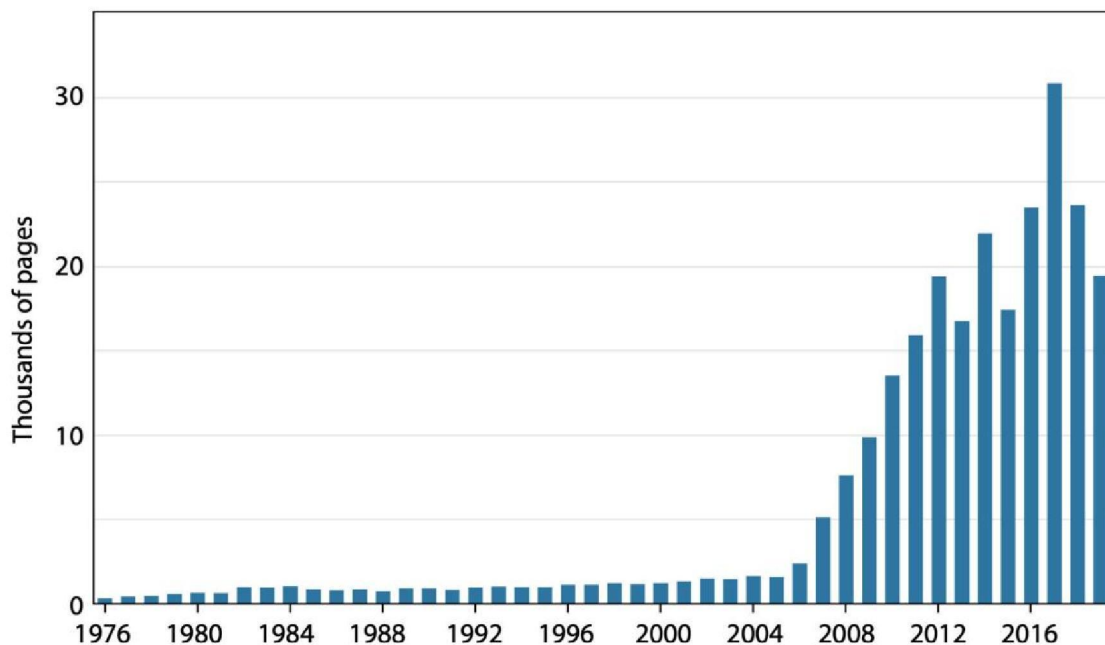


Figure 2: The growth of hydrogen energy research.

Pages per year published in the *International Journal of Hydrogen Energy* (1976 to 2019 (July)).

Source: Data collected by the author from volume listings at ScienceDirect

(<https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-hydrogen-energy>).

Om een idee te krijgen van de omvang van deze hype hier het aantal pagina's dat per jaar gepubliceerd wordt door het wetenschappelijke tijdschrift *Int. Journal of Hydrogen Energy*: De leek krijgt de indruk, dat er een technologische doorbraak is, die de productie van waterstof uit elektrolyse van water ineens op de kaart heeft gezet.

Het proces is al heel lang bekend, denk aan het knalgasproefje in het natuurkundelokaal. Jarenlang werd het als een mogelijkheid genoemd, maar het rendement van het proces is zo laag, dat toepassing in de stroomvoorziening nooit serieus werd genomen.

*Is de situatie nu dan veranderd?*

Op het technische vlak is het antwoord gewoon nee, maar de politiek wil alleen energie uit wind en zon, dus wordt de subsidiepot opengetrokken voor de enige techniek, die in principe in staat is om grote hoeveelheden overtollige windstroom op te slaan in de vorm van samengeperste waterstof.

Het idee wordt leven in geblazen door het feit, dat men een energietransitie wil bouwen die alleen gebruik maakt van wind en zon. Men bouwt alvast voor vele miljarden wind en zonne-installaties zonder dat een goede techniek voor het opslaan van stroom beschikbaar is.

In Nederland wordt 8 miljard m<sup>3</sup> waterstofgas geproduceerd uit aardgas door het Steam Methane Reforming proces (SMR). Deze waterstof wordt als grondstof gebruikt in de chemische industrie. Deze waterstof wordt niet gebruikt als brandstof, want daar is het te duur voor. Helaas, bij dit proces komt CO<sub>2</sub> vrij, dus dat mag niet meer van de groene ayatollas.

Maar wat als de prijzen van fossiele brandstof stijgen. Is er dan een toekomst voor groene waterstof? Hier past een verhaal over een andere groene brandstof.

*Jaren geleden begon men in de VS met het stoken van alcohol uit graan om het als benzine te gebruiken. Een gallon benzine kostte toen 1 dollar en een gallon alcohol kostte 3 dollar. Het verhaal ging:*

*"Wacht maar tot de benzine 3 dollar kost, dan kan de alcoholverkoop op eigen benen staan."*

*De benzineprijs steeg naar 3 dollar en de prijs van alcohol naar 8 dollar per liter.*

De moraal van dit verhaal is:

Alles is energie en meer dan 80% daarvan is fossiele energie.

In de krant en op de TV wordt uit den treure de volgende waarheid verkondigd

*"Wind op zee wordt steeds goedkoper. De overschotten zijn bijna gratis, dus daar kunnen wij mooi waterstof van maken."*

Hier passen wat kanttekeningen bij.

*Overtollige windstroom is inderdaad niets waard, maar is heel duur om te maken.*

*Wordt wind op zee steeds goedkoper?*

Uit een artikel van het FD van 26 jan 2017 citeren wij de kop en een tekst:

#### **Hausse in groene energie blijft**

*Afgelopen jaar is er voor € 18,2 mrd geïnvesteerd in wind op zee.*

*Daarmee is voor 4900 megawatt aan offshore wind gefinancierd.*

*Dat is een stijging van 40% ten opzichte van 2015.*

Dit ziet er goed uit voor wind op zee, maar met een simpel sommetje is eruit af te leiden, dat de investering voor wind op zee in 2016 niet goedkoop was:

18,2 mrd / 4900 MW = 3,7 miljoen euro per megawatt vermogen.

De gemiddelde prijs in voorgaande jaren was ruim 4 miljoen per megawatt.

De prijsdaling is niet direct spectaculair te noemen.

De investering voor wind op zee was en is driemaal zo hoog als voor zwaaiपालen op land.

Toch worden er nu offertes uitgebracht voor windstroom uit zee zonder subsidie.

De kosten worden gedrukt door

1. De rente op kapitaal is voor wind op zee vrijwel nul, omdat de rentabiliteit gegarandeerd wordt door de overheid.
2. De diverse investering subsidies.
3. De infrastructuur nodig op zee en op land wordt betaald door Tennet, dus door de burger. Dit scheelt 30% investeringskosten voor de eigenaar.

Met deze overwegingen gaan wij nu de waterstofcyclus bespreken.

Deze gaat als volgt:

Zwaaipalen produceren (teveel) stroom.

1. De stroom wordt door electrolyzers omgezet in waterstof.  
Het rendement is maximaal 70%
2. Die waterstof wordt gecomprimeerd opgeslagen in lege gasvelden.  
Hiervoor is 10 tot 15% van de waterstof nodig.
3. De waterstof wordt met een gasturbine weer omgezet in stroom.  
Rendement 50%.

De opbrengst van deze cyclus is:  $0,7 \times 0,9 \times 0,5 = 32\%$

De cyclus zet wiebelstroom om in betrouwbare, vraag gestuurde stroom.

Het vervelende is, dat er na de operatie maar 32% van de geproduceerde wiebelstroom over blijft.

Sommige auteurs willen de opslag van waterstof onder hoge druk vermijden door de waterstof om te zetten in ammoniak ( $\text{NH}_3$ )

In dat geval is het rendement van de opslagfase 20% in plaats van 90%.

In dit geval blijft er maar 7% over van de oorspronkelijke hoeveelheid stroom.

Beginnen wij met 100 MW windvermogen op zee.

Dit levert wiebelstroom met een gemiddelde sterkte van 40 MW.

De elektrolyser moet een topcapaciteit van 100 MW hebben om in staat te zijn om ook bij harde wind de stroom te kunnen verstouwen.

Het rendement van een grote (10 MW) elektrolyser wordt door de fabrikant opgegeven als 70%. Deze installatie heeft een groot nadeel, namelijk dat de levensduur 60 000 uur of 7 jaar continubedrijf is.

De stroom waterstof heeft nu gemiddeld een energie van 28 MW.

Deze waterstof moet opgeslagen bij hoge druk, verlies 10 tot 15%, dus er komt 25 MW aan waterstof uit de opslag.

Dit gaat een gasturbine in, met een rendement van 50%.

*Wij hebben nu 12,5 MW aan stroom gemaakt uit 100 MW windvermogen op zee.*

Dit systeem levert bij 90% bedrijfstijd: **100 000 MWh per jaar.**

Totale handelswaarde van deze stroom is **5 miljoen euro per jaar.**

De elektrolyser moet nu de fluctuaties van de wiebelstroom opvangen en werkt maar 40% van de tijd. Levensduur 7 jaar bij continubedrijf. Hoe dit uitpakt met wiebelstroom weet niemand.

Hiervoor is uitgegeven:

300 miljoen voor 100 MW wind op zee plus walaansluiting <sup>(3)</sup>.

150 miljoen voor 100 MW elektrolyser en waterstofopslag.

Totaal is 450 miljoen euro uitgegeven om 12,5 MW stroom te produceren met waterstof in plaats van met gas of kolen.

De opbrengst van een investering van 450 miljoen euro is 5 miljoen per jaar of 1,1% van de investering.

In een artikel getiteld "Wat kost groene waterstof" wordt uitgerekend, dat de stroom uit groene waterstof 10 keer duurder is dan klassiek opgewekte stroom. Ref. [4]

Grijze waterstof wordt alleen als grondstof voor de chemische industrie gemaakt.

Zelfs die is te duur om zomaar te verbranden.

**De EROI van deze onderneming is ergens tussen de 1 en 2.**

**Het is duidelijk, dat dit soort ondernemingen tot economische zelfmoord leidt.**

Toch gaat de industrie hiermee aan de slag.

De grondstof voor het elektrolyse-proces is simpel water, maar het moet wel heel zuiver water zijn anders is de elektrolyser binnen een week vervuild en onbruikbaar.

Hoeveel water is nodig?

Water splitst in  $2H_2$  en  $O_2$

Het atoomgewicht van waterstof is 1 en van zuurstof is het 16

Splitsen wij 18 gram water, dan levert dat 2 gram waterstof en 16 gram zuurstof.

Er moet dus 9 maal het gewicht van waterstof toegevoerd worden als zuiver water.

Een kleine fabriek zoals Shell wil bouwen heeft al 540 ton zuiver water nodig **per dag voor de dagelijkse productie van 60 ton waterstof..**

90% daarvan gaat als zuurstof de schoorsteen uit.

Gedemineraliseerd water kost 100 euro per ton, dus voor 1 kg waterstof is 90 eurocent aan water nodig. Dit is al 50% van de huidige prijs van waterstof, gemaakt met het SMR proces.

Laten wij eens kijken hoe Shell dat doet op de 2<sup>e</sup> Maasvlakte.

De aankondiging werd gedaan door mevr van Loon, president-directeur van Shell Nederland persoonlijk.

Onder de kop:

**"Hallo Holland Hydrogen 1"** staat op de website het volgende:

- 1. De waterstof wordt geproduceerd met de duurzame elektriciteit afkomstig van offshore windpark Hollandse Kust (Noord).**
- 2. De hernieuwbare waterstof wordt geleverd aan verschillende industrieën in de buurt.**
- 3. De hernieuwbare waterstof zal in eerste instantie worden gebruikt in de raffinaderij in Pernis. Het kan een deel van de grijze waterstof vervangen, dat wordt geproduceerd uit aardgas.**
- 4. Shell koos de Tweede Maasvlakte in de Rotterdamse haven voor de bouw van de groene waterstoffabriek. Het ligt aan de kust om de levering van elektriciteit van Shells windpark op zee te vergemakkelijken**

Hier is wel iets op af te dingen mevr van Loon.

1. Windpark Hollandse Kust Noord is een gepland windmolenpark 18,5 km uit de kust van Noord-Holland. Het vermogen is 750 MW. De windstroom wordt geleverd aan het net in NH, niet aan de waterstoffabriek 100 km verderop.
2. Het ingangsvermogen van de waterstoffabriek is 200 MW, niet 750 MW.
3. De waterstof wordt gemengd met de waterstof die nodig is in de eigen raffinaderij in Pernis. Geen energieopwekking dus.
4. Gepland is een dagelijkse productie van 60 ton waterstof. Terugrekenend naar een vermogen van 200 MW betekent dit, dat men rekent op een bedrijfstijd van 70%.



De molens hebben een capaciteitsfactor van ten hoogste 45%, dus de fabriek volgt het tijdsprofiel van de windproductie **niet**, laat staan, dat de fabriek de onrendabele top van de windproductie zal absorberen. Het tegendeel is waar: De fabriek neemt vrijwel basislast en laat de pieken over aan het net, dus aan de consument.

In Brussel wordt onderhandeld over de voorwaarden waaraan de fabriek moet voldoen om de waterstof groen te mogen noemen en dus hoeveel subsidie Shell kan binnen harken.

Het gaat hier om 700 miljoen euro.

Detail: Er staan 2 kolencentrales op de Maasvlakte, dus daar komt de groene stroom uit.

### Conclusies Holland Hydrogen 1

- 1. De 200MW fabriek gebruikt *geen windstroom*
- 2. Het *net wordt belast met 0 tot 750MW wiebelstroom*.
- 3. De geproduceerde waterstof is grondstof voor de raffinaderij, *geen brandstof*.
- 4. Het predicaat Groene Waterstof is alleen van betekenis voor de hoogte van de subsidies.
- 5. Deze activiteit van SHELL brengt de waterstofeconomie niet dichterbij.

In Groningen heeft men ook grote ambities richting de waterstofeconomie.

Persbericht

**“Fabriek in Farmsum gaat grootschalig groene methanol produceren”**

Uit groene waterstof en CO<sub>2</sub>.

Capaciteit: 100 MW windstroom

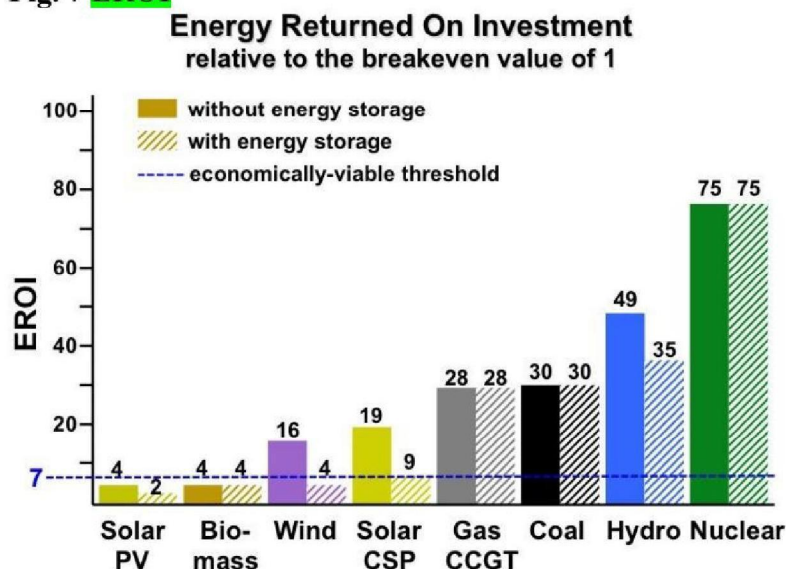
De slotzin luidt:

**“De subsidies worden een ‘kernprioriteit’ genoemd”**

Hoe is de EROI voor de verschillende vormen van stroomproductie?

Windstroom heeft een goede pers, maar de noodzakelijke waterstofcyclus is desastreus voor de opbrengst aan betrouwbare stroom.

Fig. 7 **EROI**



Het wereldgemiddelde van EROI is 17.

Dit komt overeen met de eenvoudige berekening uit het BNP voor Nederland. Zwaaiipalen produceren inderdaad meer stroom, dan nodig om ze te maken, maar die wiebelstroom is niet geschikt voor grootschalige toepassing in het elektriciteitsnet van een moderne economie. De waterstofeconomie zal een heel kostbare mislukking blijken.

***Often in life, when we do one thing wrong, we do another in order to hide the first. That is what happens with hydrogen.*** (Samuel Furfari, Brussel 2022)

## Referenties

---

1. Assesment of the extra capacity required of alternative energy systems.

[https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/42\\_2021.pdf](https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/42_2021.pdf)

2. De besparing van brandstof door windenergie

F. Udo, C. le Pair, K. de Groot, A. H.M. Verkooijen en C. van den Berg,  
Energy and Environment 26 no 8 2015.

[https://fredudo.home.xs4all.nl/Zwaaiipalen/Brandstofbesparing\\_door\\_wind.html](https://fredudo.home.xs4all.nl/Zwaaiipalen/Brandstofbesparing_door_wind.html)

3. Algemene Rekenkamer “Focus op Kosten Windenergie op zee” van 27 sept 2018.

*Uit figuur 8 van dit rapport blijkt, dat men verwacht dat wind op zee zonder netaansluiting ongeveer 1,8 Meuro/MW zal kosten. Precieze cijfers zijn niet bekend.*

*De netaansluiting komt op 1 miljoen per MW geïnstalleerd vermogen.*

[https://fredudo.home.xs4all.nl/Zwaaiipalen/De\\_economie\\_van\\_windenergie.html](https://fredudo.home.xs4all.nl/Zwaaiipalen/De_economie_van_windenergie.html)

<sup>4</sup> F.Udo. “Wat kost groene waterstof?”

<https://www.climategate.nl/2022/06/wat-kost-groene-waterstof/>