

Auteur Prof.dr. A. (Ad) van Wijk

Een duurzame energievoorziening voor iedereen

Een duurzame energievoorziening voor iedereen is de missie van prof.dr. Ad van Wijk. Hij is 12 jaar lang hoogleraar Future Energy Systems geweest aan de TU Delft. Op 27 oktober vorig jaar nam hij afscheid van deze functie met het uitspreken van zijn afscheidsrede. Dit artikel is een verkorte weergave van zijn afscheidsrede.

Het voelt vreemd om deze afscheidsrede te houden, omdat mijn leerstoel gaat over Future Energy Systems. Hoe kun je ooit afscheid nemen van de Toekomst? Daarom hoop ik ook na deze afscheidsrede een bijdrage te leveren aan de toekomst en aan mijn missie 'Een duurzame energievoorziening voor iedereen'. Mijn missie is de titel van mijn toespraak van vandaag, maar het was ook de titel van mijn inaugurele rede die ik bijna 12 jaar geleden hield. Wat is er veranderd in deze 12 jaar? Hoe kunnen we een duurzame energievoorziening voor iedereen realiseren? En hebben we vooruitgang geboekt? Ik begon mijn inaugurele rede 12 jaar geleden met deze drie opmerkingen:

- energie-efficiëntie wereldwijd is ongeveer 2%,
- de zon geeft ons elk uur meer energie dan de wereld in een jaar verbruikt,
- hernieuwbare energie is overal, maar niet altijd beschikbaar en goedkoop.

In 12 jaar is er veel veranderd. We hebben enorme technologische vooruitgang geboekt, wat zeer hoopgevend is. Ik zal voor deze 3 observaties een voorbeeld geven van de veranderingen.

Energie efficiëntie 2%

Waarom is de energie efficiëntie zo laag? In mijn boek 'Hoe kook ik een ei' gaf ik voorbeelden dat dit vooral komt door energiesysteem verliezen.

Laat ik het voorbeeld geven van het koken van een ei. Wat doe je dan? Je doet water in een pan, zet de pan op het fornuis, kookt het water, doet de eieren in het water en je krijgt een zachtgekookt ei in 5 minuten of een hardgekookt ei in 10 minuten tijd. En daarna gooi je het hete water weg in je gootsteen. Maar vooral het koken van het water heeft de meeste energie gekost. Het is dus niet de efficiëntie van het fornuis die de energie-efficiëntie van het systeem bepaalt, maar het is vooral de hoeveelheid water die je kookt. Met andere woorden, naast technologie energieverliezen heb je ook veel zogenaamde systeem energieverliezen.

12 jaar geleden vertelde ik dit verhaal en probeerde ik een aantal oplossingen te bedenken om van het water af te komen. Maar een ei koken in de magnetron bleek veel problemen te geven. Er is echter een nieuwe technologie op de markt gekomen, de air fryer. En in een air fryer kun je een ei koken zonder water te gebruiken!

De afgelopen 12 jaar is de efficiëntie van energietechnologie indrukwekkend verbeterd. Maar in veel gevallen zijn de energiesysteem verliezen nog steeds aanwezig of nemen ze zelfs toe.

Foto 1: Hoe kook je een ei? Meeste mensen doen dat in water, waarbij vooral het koken van het water heeft de meeste energie gekost. En dat wordt weer weggegooid. In een air fryer kun je een ei koken zonder water te gebruiken.



Easter morning 1900: 5th Ave, New York City. Spot the automobile.



Easter morning 1913: 5th Ave, New York City. Spot the horse.



→ **Foto 2:** In 13 jaar tijd veranderde de transportsector van paarden naar auto's of met andere woorden van bio-paardenkracht naar olie-paardenkracht.

Zon- en windenergie genoeg en op goede locaties goedkoop

De tweede vaststelling is dat de zon ons elk uur meer energie geeft dan de wereld in een jaar verbruikt. Zoals je waarschijnlijk weet, is de energie van de zon de drijvende kracht achter bijna alle hernieuwbare energie, zoals windenergie, waterkracht, biomassa en golfenergie. In de afgelopen 12 jaar heeft de technologie voor hernieuwbare energie, vooral zonne- en windenergie, zich enorm ontwikkeld, zowel in efficiëntie als in kosten. In 2019 bedroeg het wereldwijde energieverbruik 168.000 TeraWattuur (TWh) of 168.000 miljard kiloWattuur (kWh). Dit is al het energieverbruik voor industrie, transport, verwarming en koeling en elektriciteit. Als we moderne zonne- en windenergie-technologie installeren en berekenen hoeveel ruimte we nodig hebben om alle energie van de wereld te produceren, dan is dat niet veel. Als we 11% van het Australische oppervlak gebruiken voor de productie van zonne-energie, is dat genoeg om al deze energie te produceren. Of als we grote drijvende windturbines installeren, op een afstand van 1,5-2 km van elkaar, hebben we ongeveer 1,5% van het oppervlak van de Stille Oceaan nodig. Er is dus meer dan genoeg hernieuwbare energie voor iedereen. En er is nog meer goed nieuws. In de afgelopen 12 jaar zijn de kosten voor elektriciteitsopwekking uit zonne- en windenergie drastisch gedaald. Tegenwoordig kunnen we op goede locaties met zonnepanelen elektriciteit produceren voor 1-3 eurocent per kWh en met wind voor 2-4 eurocent per kWh. Dit is zelfs lager dan de elektriciteitsproductiekosten uit fossiele brandstoffen. Hernieuwbare elektriciteit is dus niet duur meer, nee, op goede locaties is het zelfs goedkoper dan elektriciteit uit fossiele brandstoffen!

Snel van fossiel naar duurzaam is mogelijk

Over het geheel genomen hebben we in 12 jaar tijd vooruitgang geboekt in de verbetering van de efficiëntie van energietechnologie, hoewel de energiesysteem verliezen nog steeds een probleem zijn. Zonne- en windenergie zijn goedkope bronnen van schone elektriciteit geworden. En

er is meer dan genoeg ruimte op aarde om alle hernieuwbare energie te produceren die we nodig hebben.

Dat is goed nieuws, maar we hebben nog geen duurzame energievoorziening voor iedereen gerealiseerd. Misschien denk je dat we nooit snel genoeg kunnen veranderen. De geschiedenis laat ons echter zien dat een snelle technologie- en systeemverandering mogelijk is, zoals deze beroemde foto laat zien. In 13 jaar tijd veranderde de transportsector van paarden naar auto's of met andere woorden van bio-paardenkracht naar olie-paardenkracht.

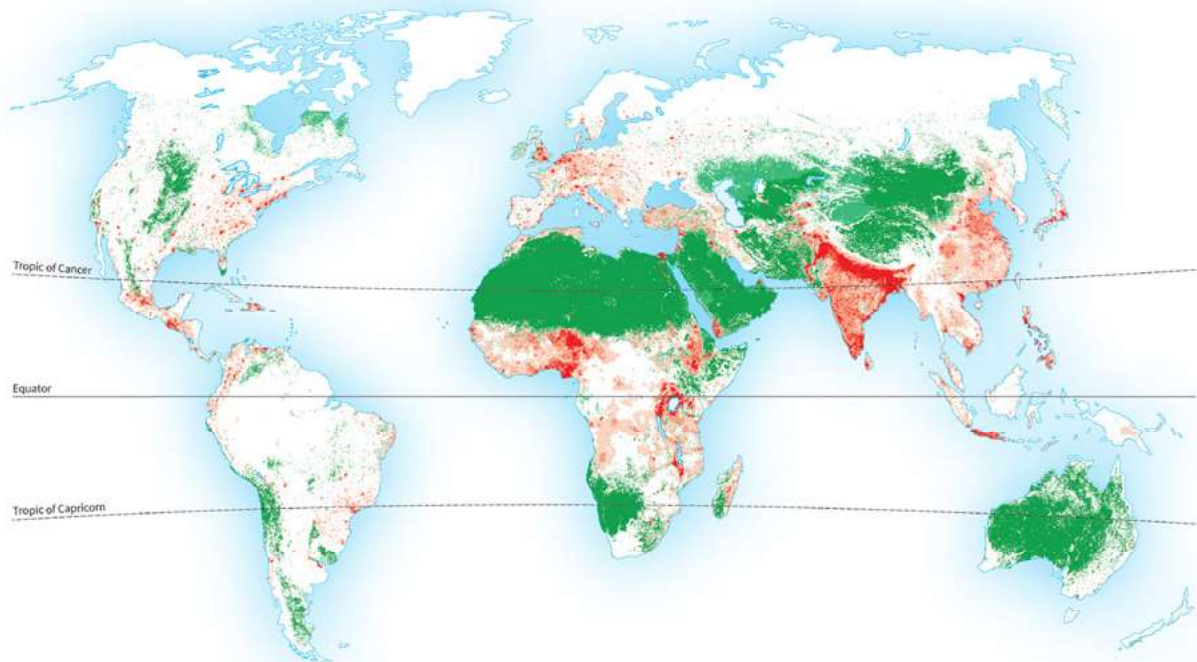
Wat brengt de toekomst ons?

Samen met mijn studenten, promovendi, collega's van de TU Delft en KWR wateronderzoek hebben we interessant energiesysteemonderzoek gedaan. We hebben geprobeerd de resultaten en inzichten van dit energiesysteemonderzoek samen te vatten in het boek 'Groene energie voor iedereen, hoe waterstof en elektriciteit onze toekomst dragen' Laat ik enkele inzichten presenteren.

Ik hoop dat dit boek inspiratie geeft aan de toekomstige generatie die op tijd een duurzame energievoorziening voor iedereen moet realiseren. Want het is helaas waar dat de toekomstige generatie zal moeten herstellen wat mijn generatie heeft verpest.

Overschot en tekort energie

Goedkope productiegebieden voor zonne- en windenergie vinden we in de woestijnen en op de oceanen, deze gebieden liggen ver van gebieden met een grote vraag naar energie. Maar moeten we hernieuwbare energie van ver importeren, of kunnen we genoeg hernieuwbare energie dichtbij de



Surplus (green) or shortage (red) solar energy - energy use per km²

Figuur 1: De heat-map zonne-energie laat voor elke vierkante kilometer zien of er een overschot of tekort aan zonne-energie is. Het overschot of tekort wordt berekend door het energieverbruik af te trekken van het potentieel aan zonne-energie.

energievraag produceren? Om dit te onderzoeken hebben we zogenaamde energie heat-maps gemaakt. De heat-map zonne-energie laat voor elke vierkante kilometer zien of er een overschot of tekort aan zonne-energie is. Het overschot of tekort wordt berekend door het energieverbruik af te trekken van het potentieel aan zonne-energie.

Maar het zonne-energie potentieel is niet simpelweg het zonne-energie instralingspotentieel. Het zonne-energie potentieel wordt beperkt door verschillende factoren en omstandigheden. In dichtbevolkte steden is er bijvoorbeeld minder ruimte om zonnepanelen te plaatsen en geen ruimte om windturbines te plaatsen. En in tropische bosgebieden, meestal bij de evenaar, zul je de bomen niet willen kappen om zonneparken te installeren.

We hebben een zonne-energie heat-map gemaakt voor het jaar 2100. Deze heat-map laat zien dat er niet alleen een tekort is aan zonne-energie in geïndustrialiseerde gebieden zoals Europa, Japan en China. Maar er is ook een tekort in gebieden met een hoge bevolkingsgroei en een stijgende levensstandaard, zoals India. En er ontstaat ook tekort in Afrikaanse landen rond de evenaar.

Natuurlijk zullen we in gebieden met een tekort ook hernieuwbare energie produceren. Maar wat we leren van de heat-map is dat we enorme hoeveelheden hernieuwbare energie van de overschotgebieden naar de tekortgebieden moeten transporteren om aan de totale vraag naar energie te voldoen.

De uitdaging is nu, hoe leveren we hernieuwbare energie tegen de laagste systeemkosten van de gebieden met een overschot naar de gebieden met een tekort? Om hernieuwbare energie te kunnen gebruiken, moeten we hernieuwbare energie omzetten in een energiedrager.

Maar welke energiedragers kunnen we gebruiken in een duurzaam energiesysteem? Natuurlijk moeten het koolstofvrije energiedragers zijn. Dit betekent dat wanneer je die energiedrager gebruikt, er geen broeikasgassen vrijkomen in de atmosfeer. De belangrijkste koolstofvrije energiedragers zijn waterstof, elektriciteit en warmte.

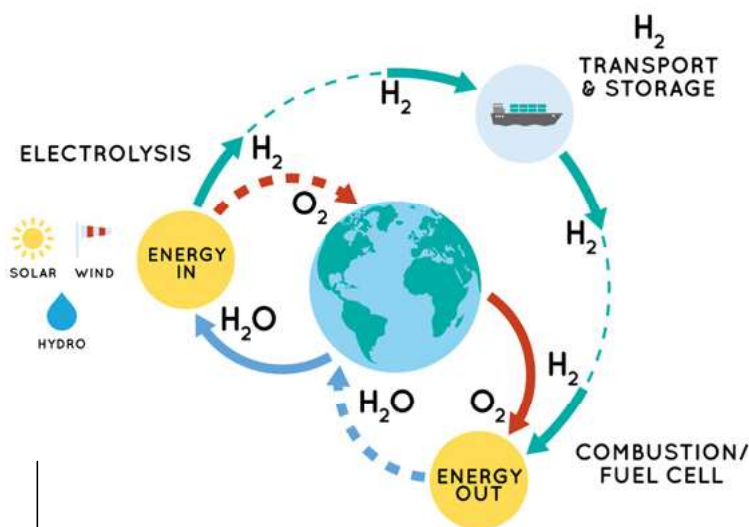
Waterstof en elektriciteit zonder CO₂

Laten we eerst eens kijken naar de verschillende technologieën om de koolstofvrije energiedragers waterstof en elektriciteit te produceren. In feite produceer je geen waterstof of elektriciteit, maar zet je een energiebron om in een nuttige energiedrager. Waterstof en elektriciteit kunnen worden geproduceerd of omgezet uit bijna elke energiebron. Je kunt waterstof en elektriciteit

produceren uit fossiele brandstoffen, hernieuwbare bronnen en kernenergie. Hieronder zie je verschillende energieconversietechnologieën om waterstof of elektriciteit te produceren, zonder CO₂-uitstoot. Een fotonvoltaïsche cel zet bijvoorbeeld zonlicht om in elektriciteit. Een fotolyse- of elektrochemische cel gebruikt zonlicht rechtstreeks om een watermolecuul te splitsen in waterstof en zuurstof. Met andere woorden, het zet zonlicht direct om in waterstof. Uit aardgas of biogas kunnen we ook waterstof produceren zonder CO₂-uitstoot, via methaanpyrolyse. In dit proces verhitten we het methaanmolecuul tot temperaturen boven de 1.000 graden Celsius, waardoor het splitst in waterstof en vaste koolstof. Vaste koolstof is een nuttig product, het kan bijvoorbeeld worden gebruikt als bodemverbeteraar. We kunnen een energiebron omzetten in een energiedrager. Een energiedrager is dus geen energiebron. Maar we kunnen ook energiedragers in elkaar omzetten. Een brandstofcel zet waterstof om in elektriciteit. De omgekeerde technologie heet een elektrolyser die een watermolecuul splitst in waterstof en zuurstof. We verwijzen vaak naar deze elektrolysetechnologie voor de productie van waterstof, vooral voor de productie van groene waterstof. Maar zoals je ziet kun je op veel meer manieren waterstof produceren zonder CO₂ emissies.

Waterstof en Water

Voor de productie van waterstof via water elektrolyse is natuurlijk water nodig. Daarom stellen veel mensen zich vragen als: hoeveel water verbruikt de productie van waterstof, is dat water beschikbaar en concurreert het niet met de drink- of irrigatiewatervoorziening. Bij de productie én het gebruik van groene waterstof



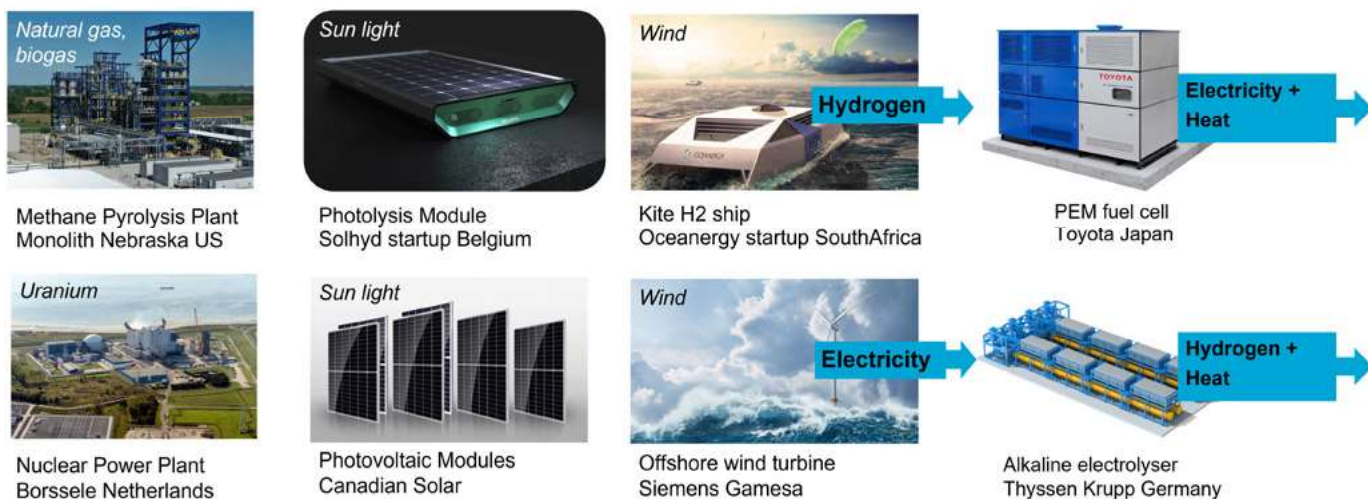
Figuur 3: Waterstof geproduceerd uit water is een circulaire energiedrager die netto geen water gebruikt.

wordt echter geen water verbruikt! Het water dat we gebruiken om waterstof te produceren via water elektrolyse komt terug wanneer we de waterstof gebruiken om elektriciteit en/of warmte te produceren. Om 1 kg waterstof te produceren, hebben we 9 liter heel schoon water nodig. Maar als we 1 kg waterstof gebruiken om elektriciteit en/of warmte te produceren, krijgen we 9 liter heel schoon water terug.

Wanneer we waterstof gebruiken, produceren we dus heel schoon water. Als we bijvoorbeeld 100 km rijden in een brandstofcelauto, gebruiken we 1 kg waterstof en produceren we 9 liter heel schoon water. Genoeg drinkwater voor 3 dagen voor 1 persoon

Waterstof geproduceerd uit water is daarom een circulaire energiedrager die netto geen water gebruikt. In feite transporteer je met waterstof niet alleen energie, maar ook schoon water over de hele wereld.

Maar de vraag blijft nog steeds: hoe krijgen we water in de woestijn om waterstof te produceren via water elektrolyse? Het antwoord is, uit de oceanen. Maar dan rijst de volgende vraag; is dat niet duur?



Figuur 2: Waterstof en elektriciteit kunnen worden geproduceerd of omgezet uit bijna elke energiebron elke energiebron zonder CO₂ emissies.

We hebben een analyse gemaakt van de waterkosten voor een multi-GW waterstofproductielocatie in de woestijn op 1.000 km afstand van de kust. In totaal bedragen de kosten van gedemineraliseerd water 4 euro voor 1 m³. Met 1 m³ gedemineraliseerd water kunnen we zo'n 100 kg waterstof produceren. De waterkosten voor 1 kg waterstof zijn dus 4 eurocent per kg, wat slechts een paar procent is van de totale waterstofproductie kosten.

Als we zeewater naar de woestijn transporteren om gedemineraliseerd water te maken voor de productie van waterstof, hebben we slechts een kleine pijpleiding nodig. Een grotere pijpleiding kan eenvoudig worden aangelegd tegen marginale kosten voor het extra materiaal. En dan kunnen we ook drink- en irrigatiewater produceren. Dit maakt het mogelijk om in de woestijn te wonen, gewassen te verbouwen en nog veel meer.

En het zoutere water dat overblijft, hoeft niet terug naar de oceaan te worden getransporteerd. De hoeveelheden zout water zijn zo groot dat zogenaamde 'brine mining' interessant wordt. In zeewater vind je een verscheidenheid aan waardevolle elementen, zoals lithium en rubidium voor batterijen, zouten en chemicaliën. Zeewater wordt een bron van allerlei materialen.

Energietransport

De volgende vraag is, hoe kunnen we de goedkope groene energie economisch vervoeren van de gebieden met een overschot naar de gebieden met een tekort? Dat kan je

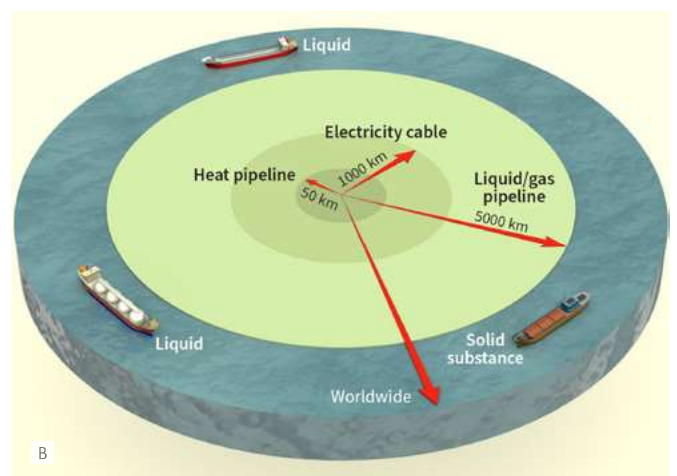
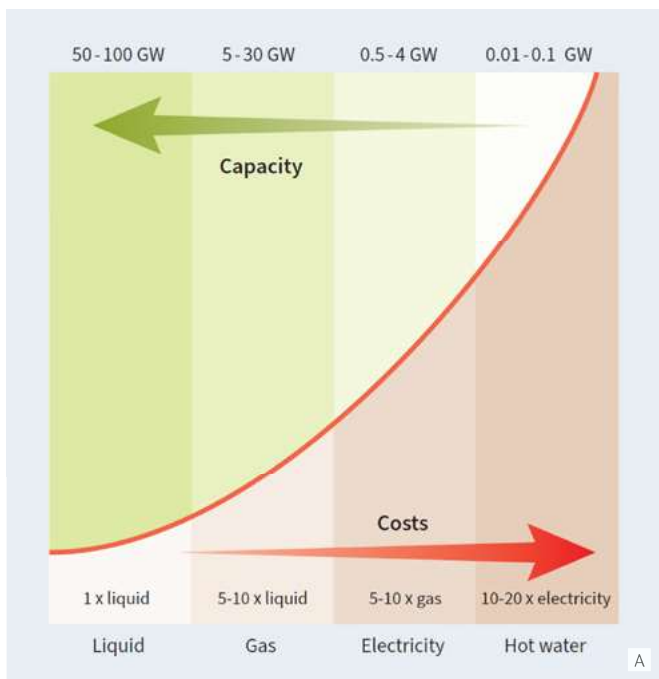
doen via waterstof. Waterstof is een gas en kan op dezelfde manier getransporteerd worden als aardgas. Waterstof kan getransporteerd worden door pijpleidingen, sterker nog, waterstof kan zelfs getransporteerd worden door hergebruik van bestaande aardgaspijpleidingen.

De Europese gastransportbedrijven hebben een Europese waterstof backbone ontworpen. In 2030 zal de totale lengte ongeveer 32.000 km zijn, waarvan 50% bestaat uit hergebruikte aardgaspijpleidingen. De Europese waterstof backbone is in 2030 al in staat om waterstof te importeren vanuit goedkope productiegebieden naar de vraaggebieden. Waterstof kan worden geïmporteerd uit Spanje, de Sahara, de Noordzee, Noorwegen en andere landen.

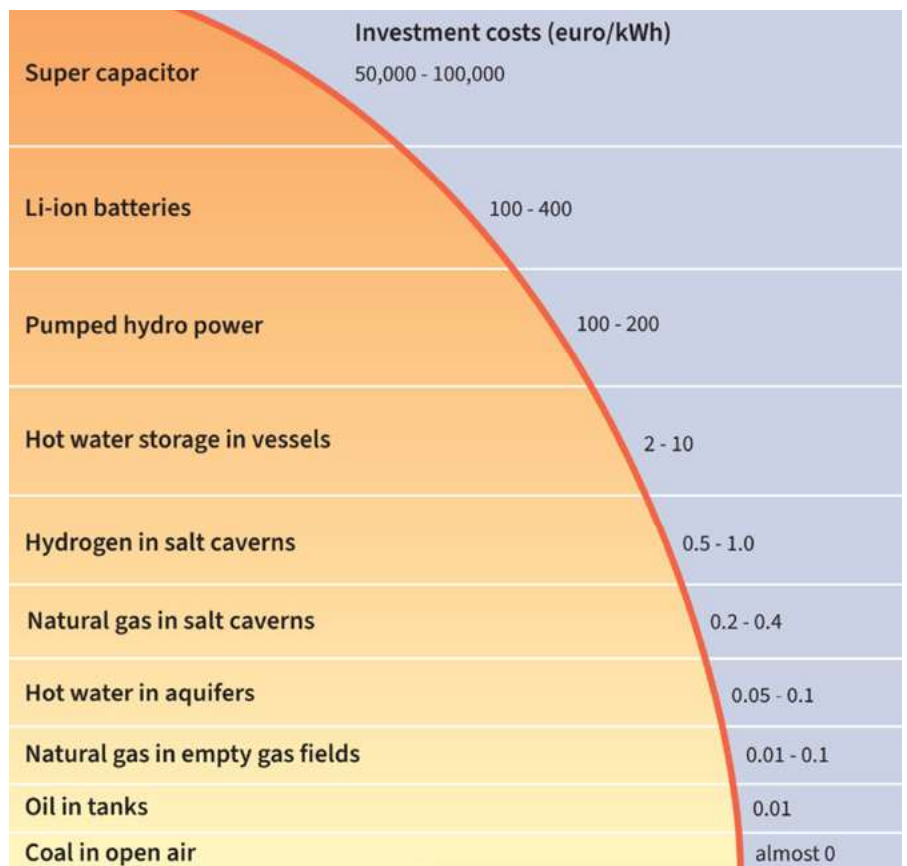
Waterstof kan ook per schip worden vervoerd. Maar waterstof als gas heeft een lage energiedichtheid per volume. Om waterstof economisch per schip te kunnen vervoeren, moeten we dit waterstofgas omzetten in een vloeistof. Dat kan door waterstof vloeibaar te maken, er ammoniak van te maken of het te binden aan een vloeibare waterstofdrager.

De transportkosten verschillen inderdaad tussen de verschillende types energiedragers. Transportkosten hebben alles te maken met de energiedichtheid per volume en gewicht. Hoe lager de energiedichtheid, hoe hoger de transportkosten.

In figuur 4 zien we links de transportkosten per pijpleiding of kabel voor vloeistoffen, gas, elektriciteit en warm water. De laagste transportkosten zijn voor vloeistoffen zoals olie, 5 tot 10 keer duurder is gastransport. Elektriciteitstransport is weer 5 tot 10 keer duurder dan gastransport. En het duurst is het transport van warm water via pijpleidingen.



Figuur 4a en 4b: Figuur 4a laat zien wat de transportkosten zijn per pijpleiding of kabel voor vloeistoffen, gas, elektriciteit en warm water. Figuur 4b laat zien dat de transportkosten bepalen dat warm water alleen lokaal, elektriciteit regionaal, gassen en vloeistoffen intercontinentaal en vloeistoffen en vaste stoffen per schip mondiaal getransporteerd wordt.



Figuur 5: We kunnen heel goedkoop steenkool in de open lucht of olie in tanks opslaan. Opslag van warm water in ondergrondse watervoerende lagen is ook erg goedkoop. Iets duurder is de opslag van aardgas of waterstof in ondergrondse zoutcavernes en opslag van elektriciteit is het duurst.

Aan de andere kant is de transportcapaciteit het grootst bij het transport van een vloeistof en het kleinst bij warmwatertransport. De capaciteit van een grote elektriciteitskabel is bijvoorbeeld 2 GW, terwijl een grote waterstofpijpleiding 20 GW kan transporteren. Daarom zal een economisch energietransportsysteem dezelfde kenmerken hebben in een fossiel en een hernieuwbaar energiesysteem. Wereldwijd transport per schip zal bestaan uit vloeistoffen of vaste stoffen. Tot ongeveer 5.000 km is transport van vloeistoffen of gas via pijpleidingen het goedkoopst. Elektriciteit kan economisch worden getransporteerd over afstanden tot 1.000 km. En transport van warm water is alleen haalbaar voor lokaal transport.

Energieopslag

Een andere belangrijke vraag is hoe we hernieuwbare energie economisch kunnen opslaan. Nu hebben we in ons fossiele energiesysteem alleen te maken met fluctuaties in de energievraag. We zien in Noord-West Europa een grote seizoensfluctuatie in het gasverbruik, omdat we in de winter veel meer gas nodig hebben voor verwarming dan in de zomer. Maar de

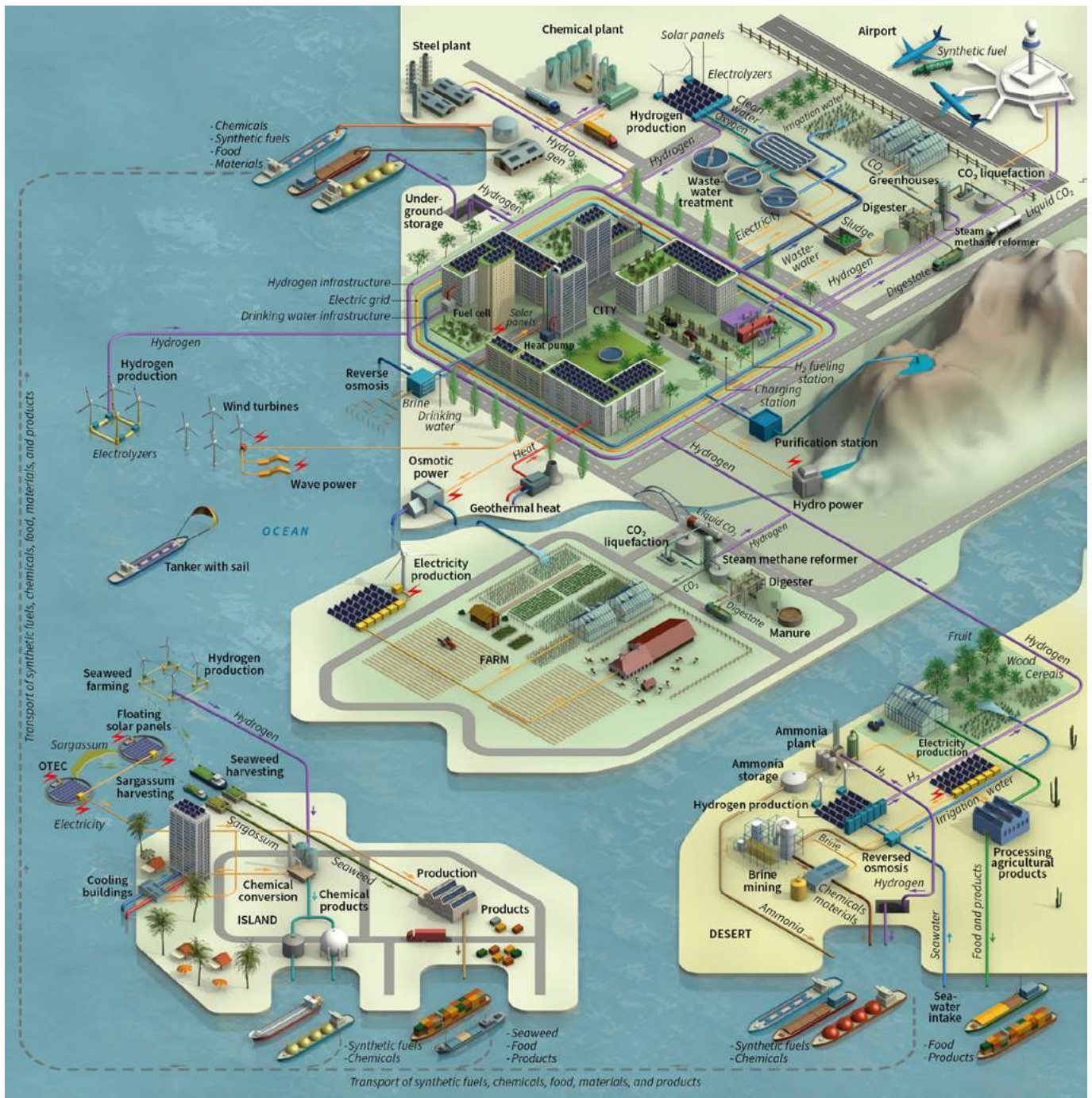
gasproductie is constant in de tijd. In de zomer produceren we dus te veel gas dat we opslaan voor gebruik in de winter.

In een toekomstig systeem voor hernieuwbare energie hebben we echter ook te maken met fluctuaties in de productie van hernieuwbare energie. In de wintermaanden produceren onze zonnepanelen in Nederland ongeveer 8 keer minder elektriciteit dan in de zomermaanden. Als we dus zonnestroom willen leveren voor verwarming met elektrische warmtepompen, moeten we op seizoensschaal enorme hoeveelheden zonne-energie opslaan. Daarom hebben we in een toekomstig systeem voor hernieuwbare energie enorme hoeveelheden energieopslag nodig om fluctuaties in hernieuwbare energie productie én in de energievraag op te vangen, vooral op seizoensschaal.

De vraag is wat de energieopslagkosten zijn voor de verschillende technologieën. Voor een eerlijke vergelijking, vergelijken we de investeringskosten om 1 kWh energie op te slaan.

Uit figuur 5 leren we dat we heel goedkoop steenkool in de open lucht of olie in tanks kunnen opslaan. Opslag van warm water in ondergrondse watervoerende lagen is ook erg goedkoop. Iets duurder is de opslag van aardgas of waterstof in ondergrondse zoutcavernes.

De goedkoopste manier om elektriciteit op te slaan is door water op te pompen. Batterijen kunnen elektriciteit in kleinere hoeveelheden voor uren tot weken opslaan. De duurste manier om elektriciteit op te slaan is in supercondensatoren.



Figuur 6: Een duurzaam energiesysteem voor iedereen.

Zoals we uit dit figuur ook leren, kan waterstof goedkoper worden opgeslagen dan elektriciteit, de investeringskosten zijn minstens een factor 100 goedkoper. Bovendien kun je veel grotere volumes waterstof opslaan en kun je waterstof over veel langere perioden opslaan dan elektriciteit.

In een duurzaam energiesysteem moeten we dus omgaan met fluctuaties in zowel vraag als aanbod van energie. Daarom is energieopslag noodzakelijk bij de productie van duurzame energie en dichtbij de vraag naar energie. Bovendien zijn de koolstofvrije

energiedragers, elektriciteit en waterstof, ook niet zo gemakkelijk en goedkoop op te slaan en te transporteren als steenkool of olie.

Het gevolg is dat de transport- en opslagkosten hoger zullen zijn in een hernieuwbaar energiesysteem dan in een fossiel energiesysteem. Onze ruwe schatting is dat transport- en opslagkosten in een fossiel energiesysteem ongeveer 10% van de totale kosten uitmaken. En in een hernieuwbaar energiesysteem denken we dat de transport- en opslagkosten zelfs ongeveer 50% van de totale kosten zijn.

Op dit moment wordt in energiescenario's onvoldoende rekening

gehouden met transport- en opslagkosten. Maar als we een overgang naar een volledig hernieuwbaar energiesysteem willen, moeten transport- en opslagkosten goed gemodelleerd en berekend worden. Anders zullen we grote fouten en verkeerde keuzes maken die zullen leiden tot hogere kosten en vertragingen in de energietransitie.

Versnellen en Opschalen

Ik ben optimistisch dat we een duurzame energievoorziening voor iedereen kunnen realiseren. Maar we moeten wel versnellen en opschalen. Laat ik hiervoor vijf aanbevelingen geven.

Grootschalige implementatie, geen pilots

We hebben grootschalige implementatie nodig van hernieuwbare elektriciteit- en waterstofproductie, energie-infrastructureur, opslagfaciliteiten en nieuwe schone technologieën voor energie-eindgebruik. We hebben geen pilots meer nodig, dat is tijdverspilling en laat alleen maar zien dat het te duur is. De technologie is nu beschikbaar en door grootschalige implementatie zullen de kosten snel dalen. Het wordt zo sneller goedkoper en we stoten minder broeikasgassen uit!

Goed is niet de vijand van beter

Er zijn soms felle discussies over welke technologie of welk systeem het beste is om broeikasgassen te verminderen. Mensen zeggen bijvoorbeeld dat elektrische vrachtwagens met accu's beter zijn dan elektrische vrachtwagens met brandstofcellen op waterstof en veel beter dan vrachtwagens met verbrandingsmotoren op waterstof. Maar dat is niet de juiste weg. We moeten de uitstoot van broeikasgassen zo snel mogelijk terugdringen. We hebben dus doelen nodig met tijdschema's voor de vermindering van broeikasgasemissies, geen technologische uitsluitingen. En dan zijn de totale systeemkosten en toepasbaarheid belangrijke factoren die zullen bepalen hoe snel en welke technologieën we in de praktijk kunnen implementeren. Laat mensen en bedrijven zelf beslissen!

Alle opties zijn nodig

Natuurlijk willen we een energiesysteem realiseren dat volledig is gebaseerd op hernieuwbare energie. Dat moeten we zo snel mogelijk doen, maar dat kost tijd. Wat we echter echt moeten doen, is de uitstoot van broeikasgassen zo snel mogelijk terugdringen. Daarom is het zinvol om deze uitstoot via alle mogelijke opties te verminderen. Het is bijvoorbeeld zinvol om

aardgas bij het gasveld om te zetten in waterstof en CO₂ direct in dat gasveld op te slaan. Of nog beter, gebruik methaan pyrolyse en we produceren geen CO₂ maar alleen vaste koolstof. En als je dit doet, kun je de aardgasinfrastructuur volledig omzetten in een waterstofinfrastructuur. Dan vermijden we een aardgas lock-in!

Infrastructuur en opslag eerst

De focus ligt tegenwoordig veel op het vergroten van de productiecapaciteit voor hernieuwbare energie en het veranderen van technologieën voor energie-eindgebruik met behulp van koolstofvrije energiedragers. Energie-infrastructureur en -opslag zijn min of meer vergeten elementen in de energietransitie. Nu ervaren we de gevolgen van dit 'vergeten', er is onder andere veel congestie op het elektriciteitsnet. Om dit op te lossen moeten we het elektriciteitsnet uitbreiden, maar tegelijkertijd moeten we ook een waterstofnet realiseren. De volgende uitdaging is opslag. Vandaag de dag wordt het in evenwicht brengen van productie en vraag nog steeds gedaan door fossiele brandstoffen op te slaan en te gebruiken. Batterijen zullen deel uitmaken van de opslagoplossingen, maar er is vooral grootschalige opslag van waterstof nodig. Het energiebeleid moet routekaarten voor transport en opslag omvatten!

Ontwikkel woestijnen en oceanen eerlijk

Grootschalige en goedkope productie van hernieuwbare energie uit woestijnen en oceanen kan alle hernieuwbare energie leveren die we nodig hebben. Ze kunnen belangrijke regio's worden die hernieuwbare energie exporteren. Maar laten we het niet ontwikkelen zoals we in het verleden hebben gedaan, niet op een koloniale manier. Als we het op een slimme manier ontwikkelen, kunnen we niet alleen hernieuwbare energie produceren, maar ook schoon drinkwater, voedsel en materialen. Door zo'n geïntegreerd duurzaam energie-, water-, voedsel- en materialensysteem te ontwikkelen voor eigen gebruik en export, creëren we banen, welvaart en betere leefomstandigheden in minder ontwikkelde regio's zoals woestijnen en eilanden. Dat is een eerlijke ontwikkeling!

Referenties

1. 'Groene energie voor iedereen, hoe waterstof en elektriciteit onze toekomst dragen' Bestellen via <https://profadvanwijk.com/product/green-energy-for-all/>
2. Afscheidsrede terugkijken: <https://collegerama.tudelft.nl/Mediasite/Play/82460b8d-397f40829a23cabe6c1391271d>
3. Lees de volledige afscheidsrede: <https://profadvanwijk.com/wp-content/uploads/2023/11/Afscheidsrede-27-10-2023-final-version.pdf>