

Kiezen voor veel zon en wind, is dat kiezen tegen nucleair?

Wellicht het belangrijkste artikel in de oploeiende discussie over kernenergie is geschreven door Pieter Boot op Energiepodium op 28 augustus 2019. Boot's visie doet ertoe, niet alleen omdat hij Hoofd sector Klimaat, Lucht en Energie is bij het Planbureau voor de Leefomgeving. Zijn visie is ook een loepzuivere weergave van hoe er gedacht wordt bij de ambtelijke top van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. En het is de keuze die gemaakt is aan de Klimaattafels.

Maar klopt zijn stelling dat als je kiest voor grootschalige inzet van zon en wind, je daarmee de facto gekozen hebt tegen kernenergie? De analyses waarmee Jesse Jenkins, energieonderzoeker aan het MIT in Boston, de afgelopen tijd furore maakt, wijzen in een andere richting.

Onderstaand artikel is een poging om te laten zien hoe Jenkins en zijn groep te werk gaan. De conclusie die ik daaruit trek is dat we vooral heel goed moeten kijken hoe we de systeemanalyse aan gaan pakken voordat we besluiten hoe ons toekomstige elektriciteitssysteem er uit gaat zien.

Het verhaal van Jenkins is helaas niet erg eenvoudig. Energiesystemen zijn dat nu eenmaal niet. Maar Jenkins doet veel moeite om zijn bevindingen en vooral zijn aanpak aan een breed publiek uit te leggen. Hij deed dat onder andere begin 2019 tijdens een openbare lezing aan de Universiteit van Wisconsin, die zo vriendelijk waren [de lezing online](#) te zetten.¹

Het artikel van Boot is [gratis te lezen op Energiepodium](#), en doet u dat vooral. Maar omdat hij plezierig gestructureerd schrijft, laat het zich gemakkelijk samenvatten. Zijn argumentatie komt neer op:

1. Het Klimaatakkoord maakt domweg een andere keuze, namelijk die voor een combinatie van zon, wind en aardgas. Die combinatie is een logische, stelt Boot, omdat zon en wind hoge vaste, maar lage marginale kosten hebben. De aardgascentrales hebben we al, en de kapitaalkosten daarvan zijn relatief laag. De marginale kosten zijn hoog (vooral het gas is duur) maar daar kun je juist op besparen door zon en wind.

2. Kernenergie is te duur, stelt Boot, want, kijk maar naar Hinkley Point, daarvoor is een gegarandeerde afnameprijs van 92,50 Pond per MWh afgesproken voor 35 jaar,² terwijl die voor de tender voor wind op zee tender in 2017 een prijs opleverde 57,50 Pond voor 15 jaar, en de volgende waarschijnlijk weer lager zal zijn. Dus waar praten we nog over?

Een derde argument van Boot is dat we niet goed zouden weten waar en bij wie we die kerncentrales zouden moeten kopen. Dat punt verdient een apart artikel, ik kom er later graag op terug.

¹ De pdf erbij hebben maakt het beter te volgen: https://www.dropbox.com/s/9sey2ib6a92q2bf/2019-03-27-Univ_of_Wisconsin-Getting_to_Zero.pdf?dl=0

² Preciezer gezegd een zogenaamd CfD ofwel 'Contract for Difference'. Deze prijs zegt weinig tot niets over de kostprijs van de energie die de centrale gaat leveren.

Op het eerste punt, het feit dat het klimaatakkoord ‘domweg een andere keuze maakt’, valt op te merken dat dat geen bijzonder sterk argument is. De verschijning van het artikel van Boot is ruim een half jaar geleden, en met het recente verschijnen van het rapport van Berenschot en Kalavasta is duidelijk geworden dat de opstellers van het klimaatakkoord niet alleen ‘domweg een andere keuze’ maakten, maar dat ze ook domweg nooit serieus hebben gekeken naar kernenergie. Evenmin is serieus gekeken naar hoe de kosten van kernenergie, onder andere die van Hinkley Point, in elkaar zitten. ‘Serieus’ zoals in ‘echt willen weten hoe het zit’. Dan was wellicht duidelijk geworden dat de overheid alle sleutels in handen heeft voor het creëren van een gelijk speelveld voor alle schone energiebronnen. En dat de prijsvergelijking er dan waarschijnlijke heel anders uit komt te zien.

Dat de partijen uit de energiewereld, althans de partijen die waren uitgenodigd – de nucleaire sector was niet welkom – zich konden vinden in de combinatie zon-wind-aardgas, zou reden tot zorg mogen zijn voor een akkoord dat beoogt uiteindelijk ook aardgas uit te faseren. Eens temeer als men zich realiseert dat de weg die de klimaattafels voorstellen een langdurige lock-in van aardgas garandeert. Een kritische waarnemer die wil weten of de klimaattafels gezocht hebben naar een optimale route om het gewenste doel te bereiken, moet constateren dat de vraag naar die route niet gesteld is, en ook niet is beantwoord. Men ziet inzet van biomassa en opslag van CO₂ (CCS) als tussenoplossing die ons in staat stelt nog even door te gaan met fossiele brandstoffen en hun infrastructuur. Men hoopt op termijn van de aardgas-lock-in af te komen door een combinatie van lange-afstand-kabels op gelijkstroom, waterkracht en, vooral, grootschalige opslag. Of dit gaat lukken is in hoge mate onzeker. Het valt echter pas definitief vast te stellen op het moment dat het geld is uitgegeven. De keuze om uitsluitend deze plannen uit te voeren, en dus af te zien van kernenergie, is door de Finse auteurs Janne Korhonen en Rauli Partanen treffend geduid als ‘klimaatgok’.³ Nu is in Nederland gokken onder voorwaarden toegestaan, maar bij een dossier dat zo bepalend is voor de toekomst van ons land is het wel belangrijk dat je er eerlijk bij vertelt dat je aan het gokken bent.

De kern van Boot’s betoog is echter zijn tweede punt, namelijk dat kernenergie te duur is. Die stelling wil ik hier aan nadere analyse wil onderwerpen. Daarmee hoop ik aan te tonen dat voornoemde ‘domweg gemaakte keuze’ een riskante is als je doel werkelijk is om op nul gram CO₂-uitstoot te komen.

Als windenergie goedkoper is, waarom dan nog praten over kernenergie?

Een aanzienlijk en fundamenteel probleem blijft onzichtbaar in een eenvoudige prijsvergelijking van stroombronnen in het netwerk, zo stelt de reeds genoemde Jesse Jenkins, een onderzoeker die aan MIT promoveerde op de systeemeffecten van de inpassing van variabele bronnen in elektriciteitsnetwerken. Jenkins is één van die zeldzame onderzoekers die werkelijk geïnteresseerd is in de vraag welke combinatie van CO₂-vrije bronnen nu eigenlijk optimaal is om tegen zo gering mogelijke kosten op termijn op nul procent CO₂-uitstoot uit te komen, zonder bij voorbaat bepaalde bronnen de voorkeur te geven of juist uit te sluiten. In zijn publicaties vertelt hij hoe hij ontdekte dat zo’n eenvoudige prijsvergelijking gebaseerd is op een foutief denkmodel.

Jenkins trekt de vergelijking met een situatie waarin je zou vaststellen dat een banaan vijftig cent kost en een hamburger vijf euro, en je dan zou besluiten voortaan alleen bananen te eten. Daarbij

³ In hun boek ‘Climate Gamble’, in het Nederlands uitgegeven onder de titel ‘Kernenergie als kans’.

vergetend dat het lichaam ook voedingsstoffen nodig heeft waarin bananen niet voorzien, hoe goedkoop ze ook zijn. De centrale vraag van zijn analyses is tot welke systeemkosten combinaties van verschillende bronnen leiden als je doel is om uiteindelijk tot nul procent CO₂-uitstoot te komen. Hij poogt die vraag te beantwoorden aan de hand van feitelijke metingen aan een complex elektriciteitssysteem. In genoemde lezing neemt hij daartoe een voorbeeldjaar van de elektriciteitsproductie en -gebruik van New England, waar deze cijfers nauwkeurig worden bijgehouden. New England heeft een ongeveer tweemaal zo hoog elektriciteitsgebruik als Nederland, en is qua ligging wel enigszins vergelijkbaar met ons land, al beschikt New England over meer zon. In het voorbeeld dat hieronder wordt uitgewerkt betreft het uur-metingen van 2015. Op basis van die meetgegevens draait Jenkins simulaties in een model. In dit voorbeeldmodel heeft Jenkins geen opslag meegenomen, maar in andere analyses doet hij dat wel.⁴

Kosten en opbrengsten: systeemeffecten van variabele bronnen in New England

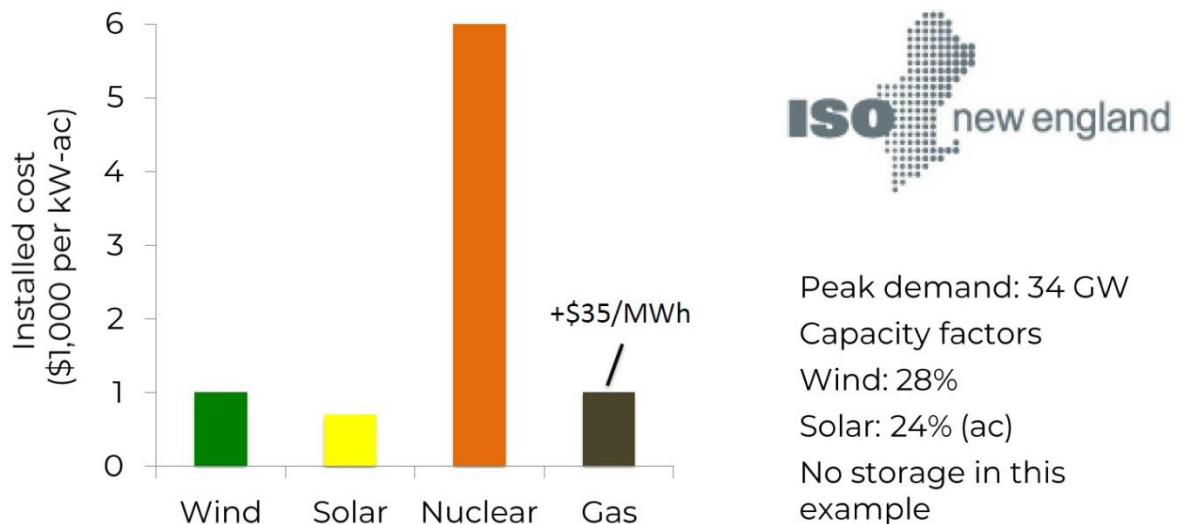
Jenkins is zoals gezegd vooral geïnteresseerd in systeemeffecten bij verschillende combinaties van bronnen. Met zijn banaan-hamburger-analogie wil hij benadrukken dat deze effecten in hoge mate tegen-intuïtief zijn. Sommige van deze effecten kunnen een grote impact hebben op de totale systeemkosten.

In het voorbeeld dat centraal staat, onderzoekt Jenkins hoe de economische opbrengsten van diverse bronnen veranderen als het aandeel van zon en wind groeit van 20, tot 40, 60 en 80 procent van het totaal.

Het modelsysteem in zijn voorbeeld produceert elektriciteit op basis van gas, zon en wind. Om zijn punt duidelijk te maken, gaat Jenkins in zijn systeemanalyse uit van erg lage kosten voor 'hernieuwbaar' en erg hoge kosten van nucleair. Dit zijn dus niet de feitelijke kosten van deze bronnen. (Figuur 1). Maar als je het rijtje ziet zou je zeggen dat discussie overbodig is. Nucleair, zes keer zo duur als wind, is te duur. Toch?

Hoho zegt Jenkins, niet zo snel. Die vraag kun je namelijk alleen beantwoorden door het hele elektriciteitssysteem, inclusief de elektriciteitsmarkt, in ogenschouw te nemen. Cruciaal is om niet alleen te kijken naar de kosten, maar ook naar wat de elektriciteit van de verschillende bronnen oplevert, met andere woorden, wat de producent voor zijn elektriciteit betaald krijgt op de elektriciteitsmarkt.

⁴ Wind resource availability was obtained from 2015 historical hourly wind power injections into ISO-NE and ERCOT systems[16], [17]normalized to a per unit availability factor using 2015 installed wind generation capacity. The maximum annual average wind availability factor is 27.5% in the Northern system and 35.7% in the Southern system. Hourly solar resource availability was estimated by aggregating hourly generation profiles from NREL's PVWatts Model[18]. Uit (bronnen aan te klikken in dit bestand): <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S2542435118303866-mmc1.pdf>

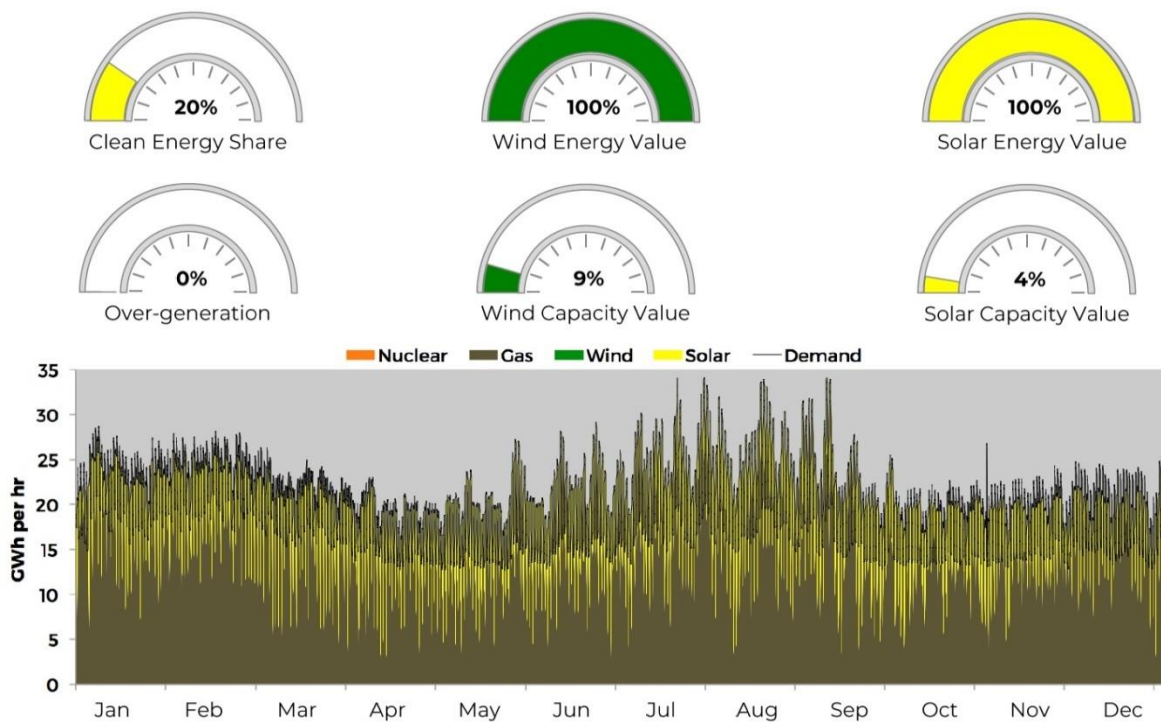


17

Figuur 1: installatiekosten

Om dat in beeld te krijgen, bouwt Jenkins modellen waarin hij het elektriciteitssysteem kan simuleren. Daar moet je bepaalde aannames voor doen. Een belangrijke daarvan zijn de installatiekosten. Deze zijn te zien in Figuur 1, waar we de installatiekosten per kW zien van de bronnen in de simulatie. Jenkins neemt in deze simulatie aan dat de kosten voor nucleair zesmaal zo hoog zijn als die voor wind. De installatiekosten voor gascentrales zijn laag, precies zoals Boot stelt in zijn artikel. Het gas moet natuurlijk wel betaald worden, dat zijn die 35 dollar per megawattuur. Voor kernenergie heeft Jenkins deze marginale kosten niet opgenomen omdat ze, evenals bij zon en wind, laag zijn. Grootschalige opslag is in deze specifieke simulatie niet verwerkt. Voor de analogie met de Nederlandse situatie is dat ook wel zo handig, omdat grootschalige opslag van hernieuwbare energie in waterstof of batterijen vooralsnog een verre toekomstdroom is – met name de schaal waarop dit zou moeten gebeuren, dringt maar moeilijk door bij beleidsmakers.

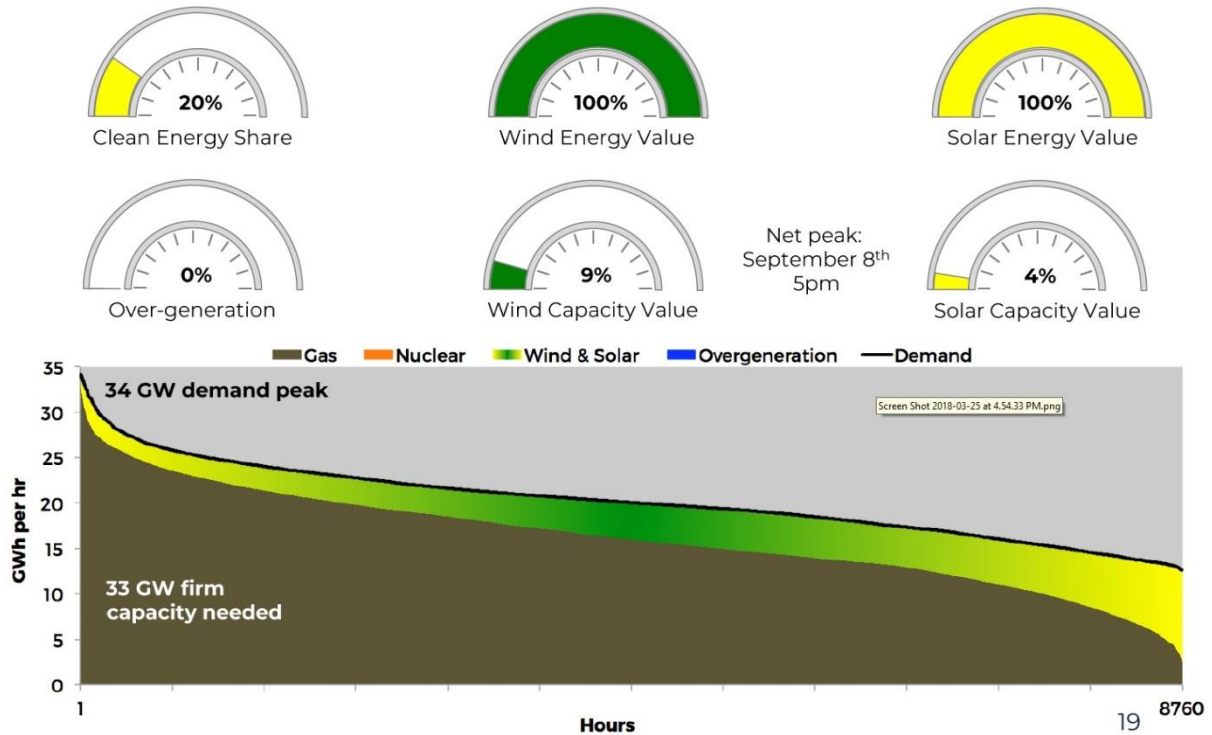
Om te kijken hoe systeemeffecten doorwerken in de economische opbrengsten van de verschillende bronnen, kijkt Jenkins naar gegevens die wel feitelijk zijn, namelijk de historische meetgegevens van opwekking en gebruik in New England, van uur tot uur, in 2015. In dat jaar bestond 20% van de opwekkingscapaciteit uit schone, CO₂-vrije energie (Figuur 2).



Figuur 2: historische gegevens, het jaar 2015, uur-metingen New England.

De tellers boven (van links naar rechts) geven het percentage schone energie dat in het netwerk is ingepast. De tellers rechts laten de waarde zien die windenergie en zonenergie op de markt realiseren. De teller linksonder geeft het percentage overschot in de stroomproductie. De tellers midden en rechts geven de 'capacity value'. Dat geeft aan welk deel van het regelbare vermogen kan worden uitgezet, als percentage van de totale geïnstalleerde capaciteit aan hernieuwbare bronnen. Dat is een wat ingewikkelde, maar belangrijke maat. In geval van 'regelbaar vermogen' (gas, kolen, nucleair) is er een redelijk evenredig verband tussen de maximale vraag en het geïnstalleerde vermogen: er moet voldoende machinepark staan om in de maximale vraag te voorzien. Je kunt plannen wat je aan gaat zetten. Bij variabele bronnen ben je afhankelijk van zon en wind. Voeg je meer capaciteit aan zon en wind toe, dan betekent dat nog niet dat je in gelijke mate je 'regelbare bronnen' uit kunt zetten. Dat is wat deze teller laat zien.

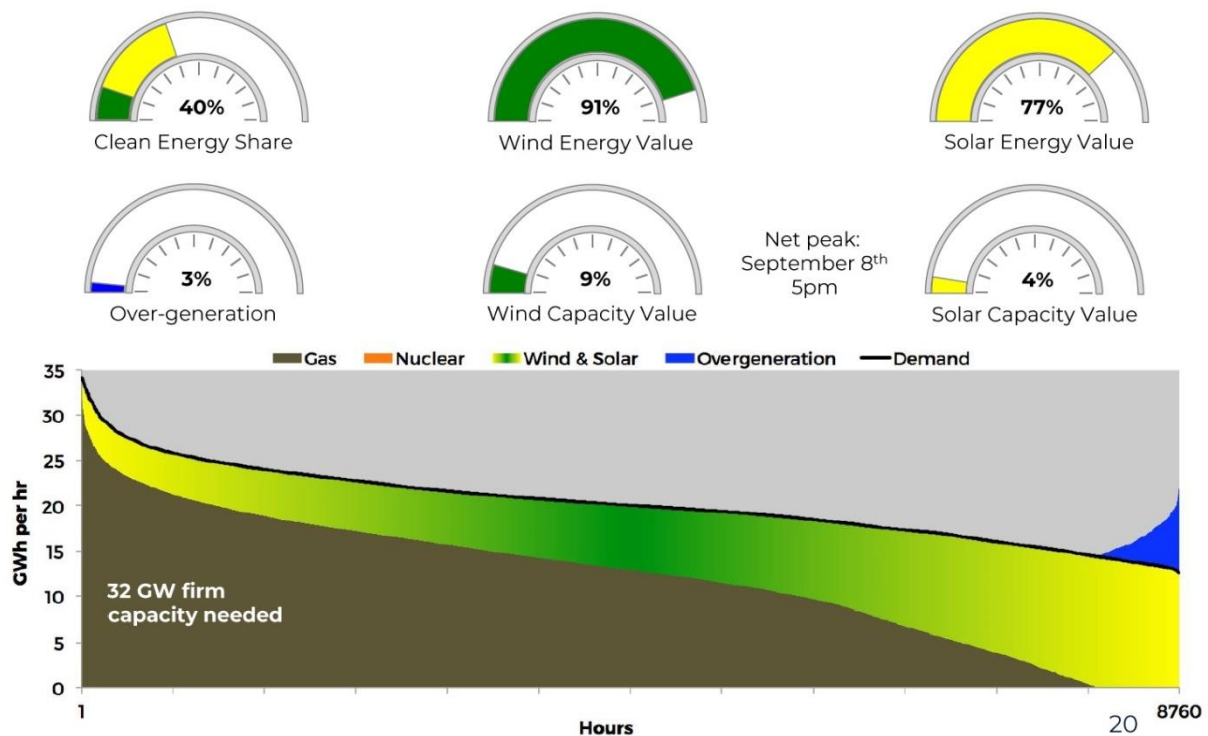
De jaargrafiek onderaan geeft van uur tot uur de bijdrage aan de productie van de verschillende bronnen. Die grafiek, met de productie zoals die in 2015 in New England van uur tot uur is gemeten, laat zich echter moeilijk lezen. Daarom heeft Jenkins in de volgende grafiek de uren herschikt waardoor een overzichtelijk beeld ontstaat, en we het systeem als geheel beter kunnen begrijpen (Figuur 3).



Figuur 3: dezelfde historische gegevens, met uur-metingen netjes geordend

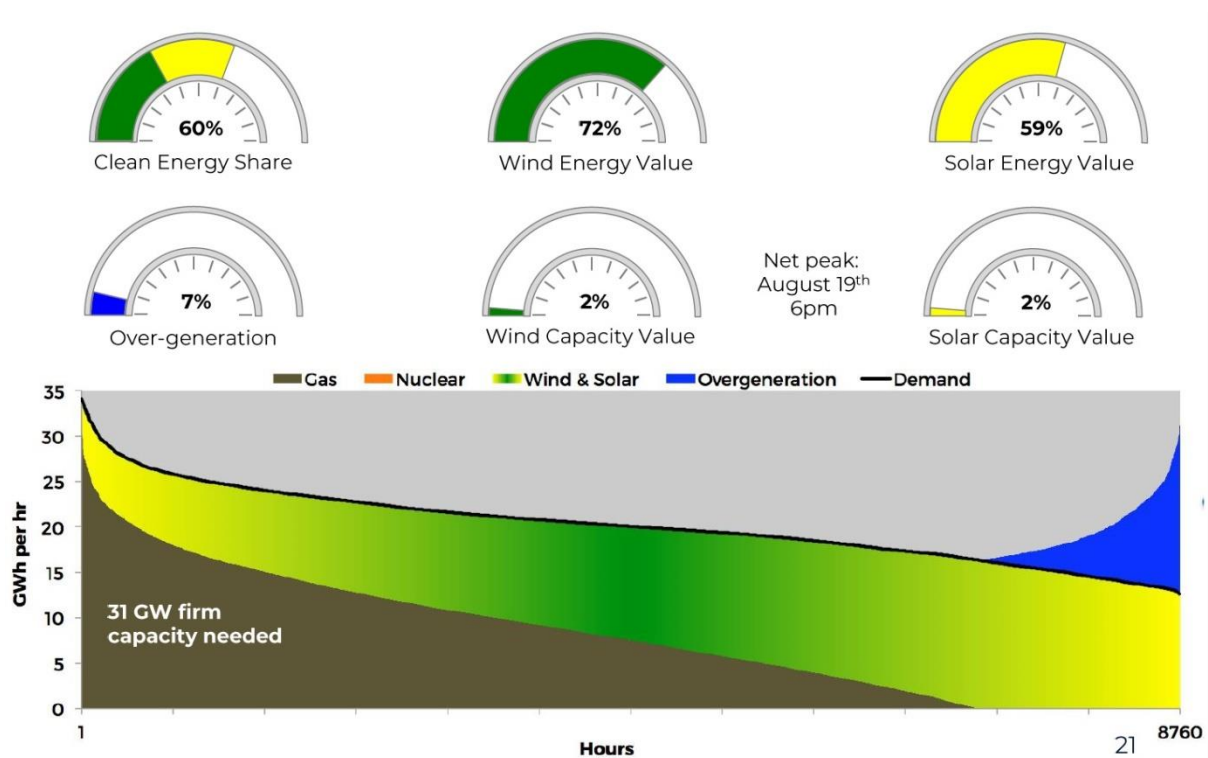
We zien hier dus nogmaals de uur-tot-uur metingen uit 2015, maar nu in een leesbaar plaatje. Te zien is dat het elektriciteitssysteem van New England een piekvraag heeft van 34 GW (ongeveer tweemaal zo hoog als in Nederland). Het aandeel schone stroom in de totale productie was in 2015 20 procent. Zon en wind realiseren bij dat percentage inpassing hun volledige waarde: dat is te zien aan de tellers die voor beide bronnen hier op 100 procent staan. De twee tellers rechtsonder geven de 'waarde-capaciteit' van wind en zon, zoals gezegd de mate waarin gascentrales uitgezet kunnen worden door de opwekking uit deze bronnen. Hier vertaalt het zich in de noodzaak om 33 GW regelbaar vermogen in stand te houden. Naarmate het aandeel variabele bronnen toeneemt, is sprake van afnemende meeropbrengsten, zoals we in de komende grafieken zullen zien.

Nu gaan we kijken wat voor systeemeffecten er optreden als we het percentage schone energie rekenkundig verhogen naar 40 procent (Figuur 4).



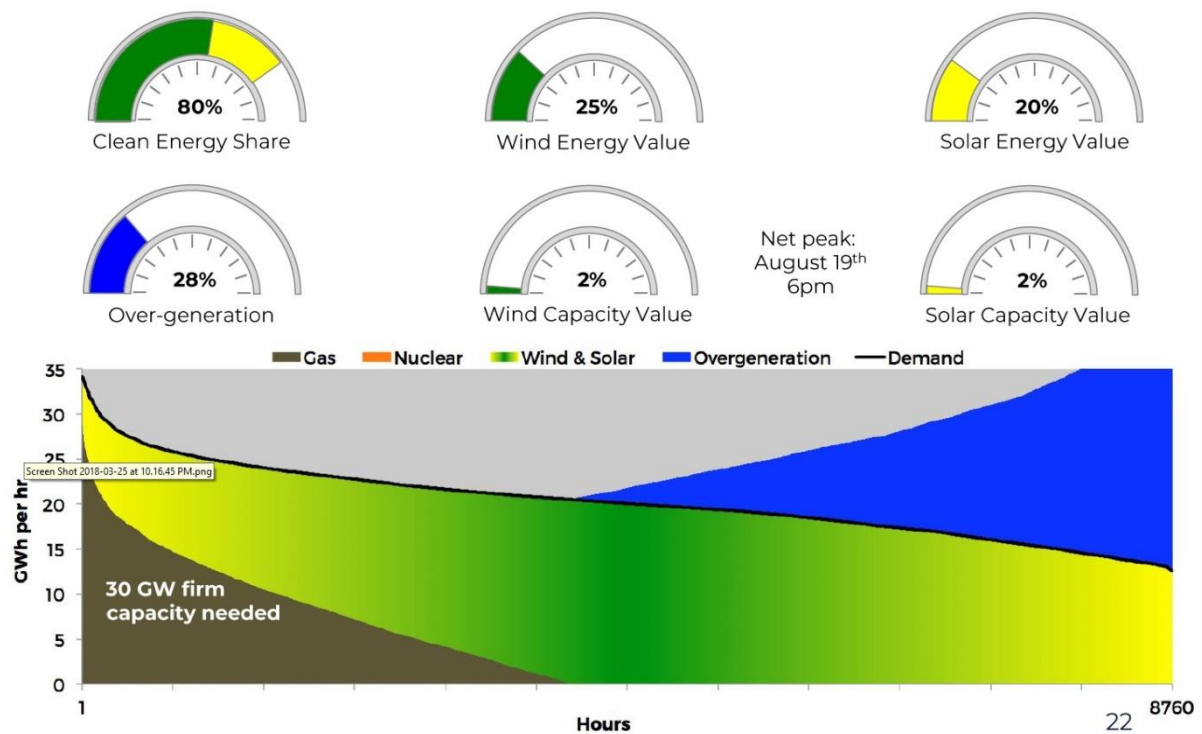
Figuur 4: 40 procent hernieuwbare energie

Bij 40 procent inpassing realiseert windenergie nog 91 procent van zijn waarde. Zonne-energie verliest 23 procent. Er is sprake van 3 procent overschot. Dit wijst erop dat met name de energie van de zon vaker dan windenergie wordt geleverd op momenten dat er weinig vraag is in de markt. Het noodzakelijke regelbare vermogen is teruggebracht met 2 GW ten opzichte van de piekvraag van 34 GW.



Figuur 5: 60 procent hernieuwbare energie

In onze simulatie verhogen we nu het percentage hernieuwbare energie nu tot 60 procent. Ze realiseren nu nog respectievelijk 72 en 59 procent van hun waarde. Er is sprake van 7 procent overschot, terwijl nog steeds 31 GW regelbaar vermogen beschikbaar moet zijn.

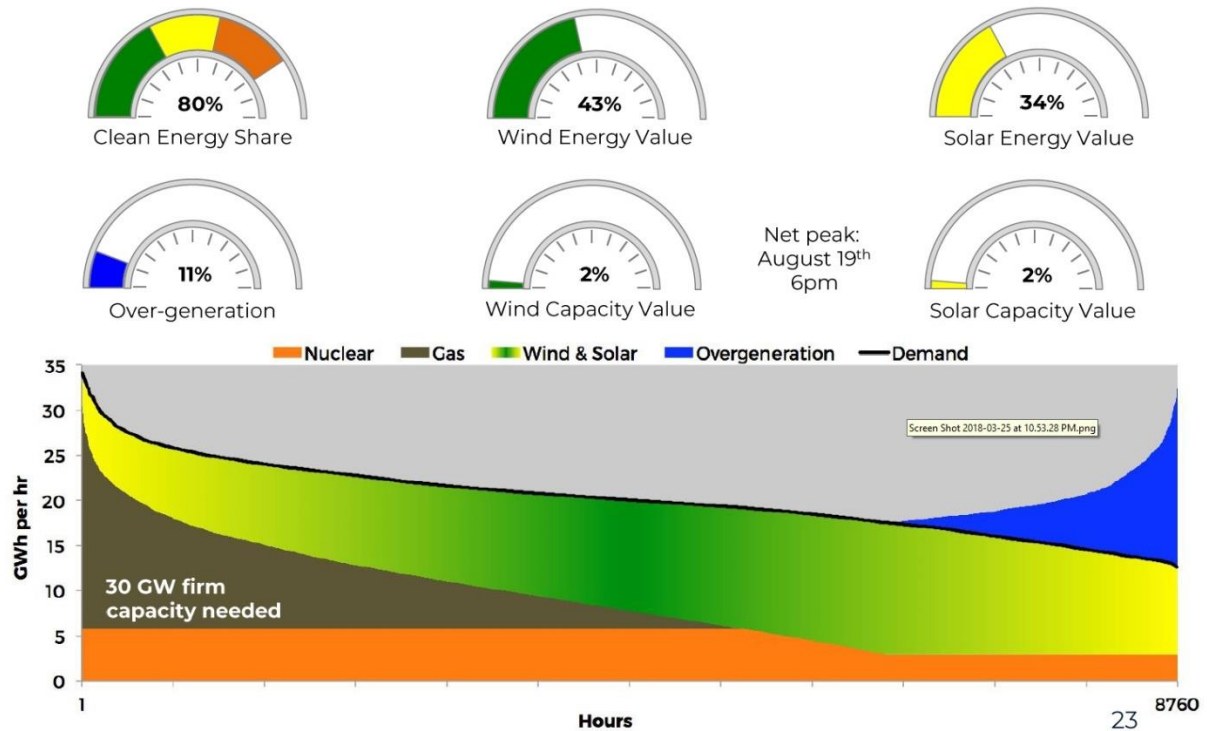


Figuur 6: 80 procent hernieuwbare energie

Bij 80 procent stroom uit zon en wind realiseren deze bronnen respectievelijk 25 en 20 procent van hun waarde. Dat betekent dat alle gebouwde installaties maar een kwart van hun verdienvermogen realiseren. Omgekeerd stijgen de kosten met een factor 4 voor de geleverde stroom. Er wordt 28 procent overschot geproduceerd. Opslag zou een manier zijn om daarmee alsnog waarde te creëren. Jenkins heeft opslag niet meegenomen in dit voorbeeld, omdat er in New England geen plannen bestaan voor een dergelijke opslag. In Nederland doen dergelijke plannen wel de ronde in de vorm van opslag in waterstof. Deze plannen verdienen een aparte analyse die zeker gemaakt moet worden. Opslag op een dergelijke schaal is echter nooit gedaan en noch de technische, noch de economische haalbaarheid staan vast.

Overigens neemt Jenkins wel batterijen op in zijn voorbeeld, maar hij benadrukt dat deze niet mogen worden gezien als opslag, omdat voor echte opslag de kosten van batterijen veel te hoog zijn. Batterijen zijn volgens hem vooral nuttig bij het zeer snel opvangen van fluctuaties in het systeem en het in balans houden daarvan – daar blijken batterijen nuttige diensten te kunnen leveren.

Wat kernenergie kan betekenen in een dergelijk CO₂-uitstoot reducerend systeem laat Jenkins zien in zijn volgende stap.



Figuur 7: 20 procent variabel schoon vermogen vervangen door 20 procent regelbaar schoon vermogen

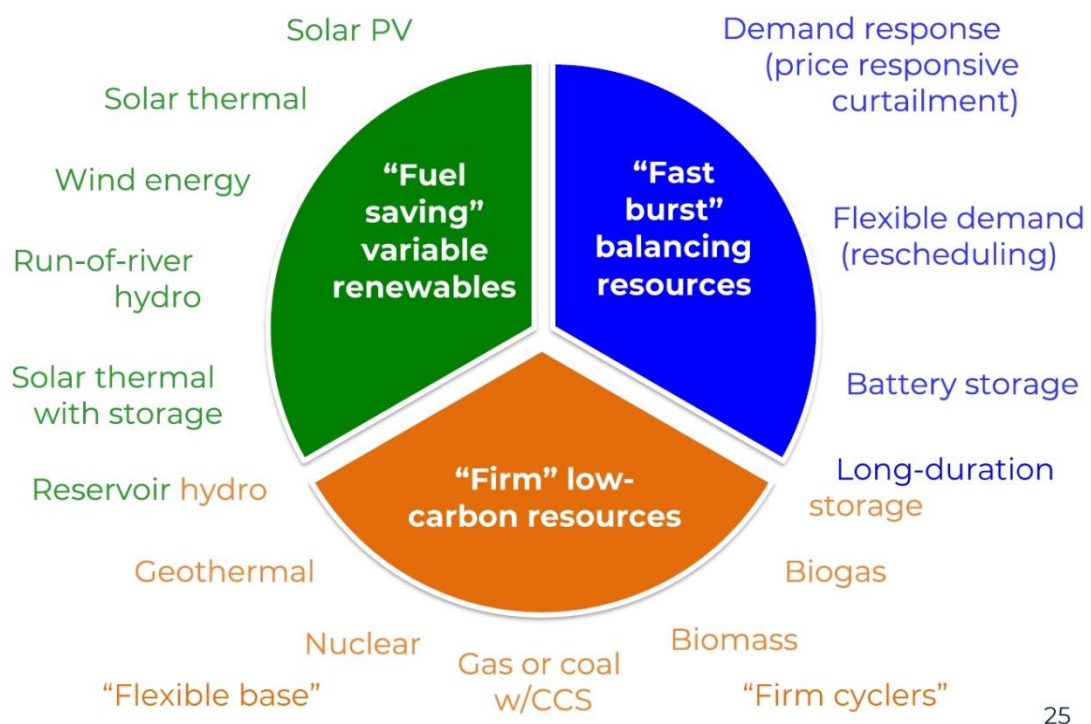
Hier dan de figuur over de vraag waar het allemaal om draait: wat gebeurt er als we die 'dure' kernenergie in de mix opnemen? In deze configuratie is het aandeel schone energie, net als in de vorige figuur, 80 procent. Maar nu is 20 procent van dat regelbaar vermogen kernenergie. Het eerste dat opvalt is dat zon en wind een aanzienlijk groter deel van hun waarde behouden, respectievelijk 43 en 34 procent van hun waarde (tegen 25 en 20 procent in de vorige figuur). Het inzetten van regelbaar schoon vermogen kan dus het effect verzachten dat 'kannibaliseren' wordt genoemd: het wegvallen van de waarde van de stroom omdat alle variabele bronnen gelijktijdig stroom produceren en op momenten van overschot allemaal met elkaar concurreren. Het effect daarvan kan groot zijn volgens Jenkins, en treedt met name op wanneer diepe decarbonisatie wordt nagestreefd, ofwel als de uitstoot richting de nul gram CO₂ per kWh moet. Om die laatste percentages 'vieze' stroom tegen te gaan, op momenten met weinig zon/wind, moet er een alternatief/opslag/veel overcapaciteit zijn. Deze extra infrastructuur laat de kosten exponentieel stijgen.

De term 'regelbaar CO₂-vrij vermogen' ('firm low carbon resources') legt Jenkins nader uit aan de hand van de talrijke simulaties die hij en zijn team hebben gedaan van verschillende combinaties van CO₂-vrije bronnen. Overigens neemt de facto het regelbaar vermogen van bijvoorbeeld windenergie toe als de capaciteitsfactor toeneemt. Als, zoals bij de nieuwste windturbines in Nederland het geval is, capaciteitsfactoren van 63 procent haalbaar zijn, zal het beeld weer wat verschuiven. Belangrijk is echter dat combinaties van bronnen op hun mogelijkheden dienen te worden beoordeeld zonder vooraf keuzes te maken voor of tegen bepaalde bronnen. Met andere woorden: de vraag dient te zijn: 'wat is het scenario dat het beste werkt om de gewenste toekomst te bereiken' is door de

klimaattafels niet gesteld, laat staan beantwoord. Het antwoord op die vraag is alleen te achterhalen door het uitvoeren door simulaties zoals in dit artikel beschreven.

In een dergelijke analyse dienen de specifieke technische eigenschappen van de verschillende bronnen te worden meegenomen, zoals op- en afschakeltijden, schaalbaarheid en kapitaalkosten. Omdat uitgangspunten hier bepalend zijn voor de uitkomsten, en bovendien aannames gemaakt dienen te worden over toekomstige kosten en eigenschappen, is van belang dit soort simulaties veelvuldig te doen, transparant en zo realistisch mogelijk te zijn in de aannames en vooral te kijken naar de patronen die daaruit tevoorschijn komen. De hier getoonde uitkomsten moeten dan ook niet worden beoordeeld op de concrete getallen die erin staan, maar vooral op de trends waarop deze getallen wijzen.

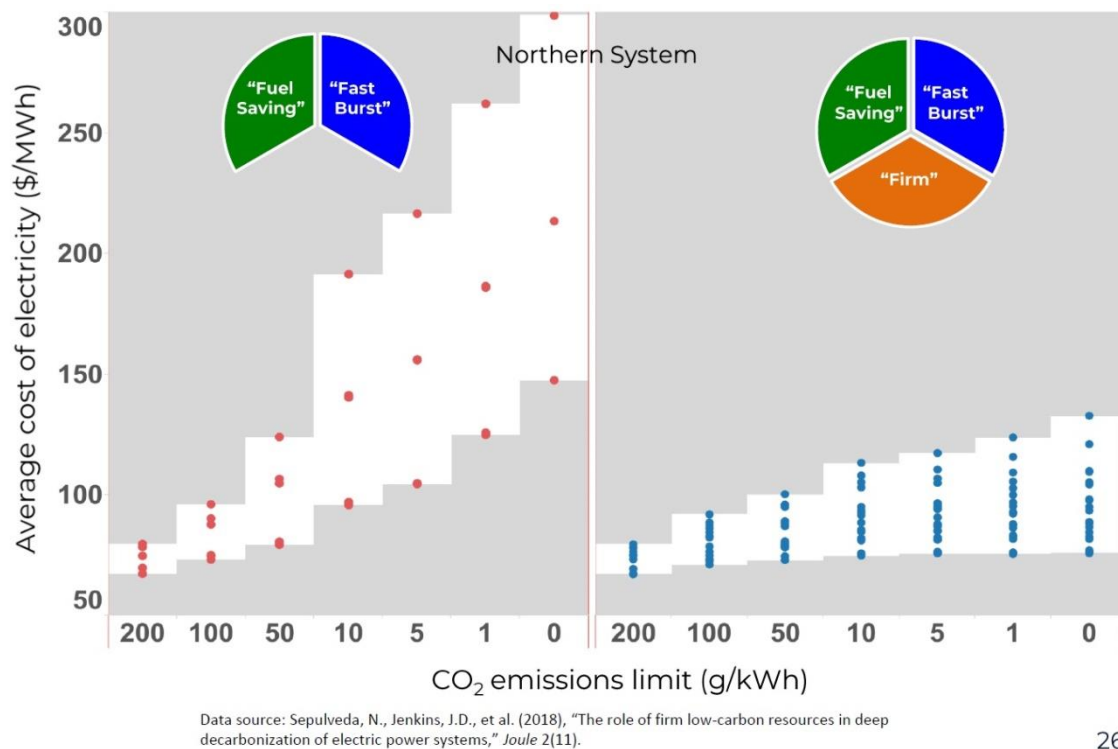
En wat zijn die trends? Uit de talrijke simulaties kwam naar voren dat verschillende bronnen drie verschillende sleutelrollen bleken te spelen. Deze drie rollen zijn door Jenkins benoemd als 'brandstof-besparend', 'snel schakelbaar, balancerend' en 'regelbaar'. De naar voren tredende indeling draait dus niet primair om de technologie en de prijs daarvan, maar om de specifieke rol die deze technologie op systeemniveau kan spelen. Het diagram geeft aan welke CO2-arme technologie voor welke rol kan worden ingezet (Figuur 8).



Figuur 8: drie 'rollen' van stroombronnen in een divers elektriciteitssysteem

Zoals te zien maakt Jenkins' model geen keuze voor één bepaald type bron. In het model opgenomen zijn vrijwel alle CO2-arme bronnen die in de huidige discussies een rol spelen. Merk op dat aardgas zónder CCS niet in dit rijtje staat. Merk ook op dat biomassa er wél in staat, terwijl voor met name grootschalige biomassa de publieke steun snel af lijkt te nemen. Eigenlijk geldt voor al deze 'firm low carbon resources', de regelbare bronnen dus, dat ze beperkingen hebben, hetzij in beschikbaarheid, politieke haalbaarheid of kosten. Dat heeft veel groene ngo's er toe gebracht te

kiezen voor ‘uitsluitend hernieuwbare bronnen’; wat de facto neerkomt op ‘alleen zon en wind’, want ook grootschalige biomassa wijzen de groene ngo’s af (Figuur 9).



26

Figuur 9: keuzes en consequenties, de rol van regelbaar vermogen

Jenkins’ analyse laat de mogelijke consequenties zien van die keuze. In de linker grafiek (‘100% hernieuwbaar’) zien we hoe de kosten van de elektriciteit oplopen naarmate de emissiedoelen strenger worden. Ook is te zien hoe de onzekerheid over die kostenstijging toeneemt – waarbij de laatste percentages het moeilijkst/kostbaarst zijn. Aan de rechter grafiek valt af te lezen dat de inzet van regelbare bronnen zowel de kosten verlaagt als de onzekerheden reduceert. Volgens Jenkins ligt het doel van 50 gram CO₂ per kWh nog binnen bereik van systemen waarbij aardgascentrales dienen als regelbaar vermogen.⁵

Wat Nederland kan leren van de analyse van Jenkins

De keuze van het Klimaatakkoord om vooralsnog aardgascentrales in te zetten als back-up strookt met de bevindingen van Jenkins. Maar niet meer op het moment dat we toe willen naar nul procent uitstoot. De grote vraag is dus wat voor regelbaar vermogen voor dat deel van het traject zal worden ingezet. Van zowel CO₂-opslag als het actief verwijderen van CO₂ uit de lucht is onduidelijk of het op voldoende grote schaal kan gebeuren. Het slechte nieuws voor degenen die nu ‘domweg kiezen voor zon, wind en aardgas’ is dat die keuzes NU moeten worden gemaakt. We krijgen namelijk te maken met ‘sunk costs’. Of in goed Nederlands: we kunnen ons geld maar één keer uitgeven. Met het risico straks aan iets verkeerd vast te zitten.

⁵ Volgens [electricitymap.org](https://www.electricitymap.org) is dit getal voor Nederland momenteel 400 gram per kWh (<https://www.electricitymap.org/zone/NL>). Voor Frankrijk (veel kern) en Duitsland (veel wind en zon) zijn deze getallen respectievelijk ongeveer 50 gram en 440 gram.

Het Energieakkoord heeft eerder die vraag voor een belangrijk deel beantwoord met het gebruik van biomassa in kolencentrales. Een begrijpelijke keuze: in het kader van de Europese afspraken geldt biomassa als CO₂-neutraal. Door het gebruik ervan te subsidiëren kan bovendien de inzet van een aantal belangrijke kolencentrales worden gecontinueerd, waardoor de overheid omvangrijke claims van de eigenaren voorlopig kan voorkomen: een dubbel voordeel dus. Beleidsmakers zullen hun keuze voor biomassa dan ook met hand en tand blijven verdedigen, tegen de groeiende weerstand van zowel steeds meer wetenschappers als de bevolking in.

De vraag die de komende tijd op tafel ligt is of en zo ja hoe kernenergie in dit plaatje past. Voor de nuchtere beschouwer zou het niet zo ingewikkeld hoeven zijn. De mythe van de mythe van basislast zorgt vooralsnog vooral voor mooie moderne kunst in de vorm van fraai gekleurde, grillige grafieken van vraag en aanbod. Niet wat je zou willen zien in een 'firm/betrouwbare' energievoorziening. De analyse van Jenkins laat zien dat het eenvoudigweg vergelijken door te kijken naar generatiekosten geen antwoord geeft op de vraag tegen welke kosten de kilowatturen uiteindelijk geleverd zullen worden.

Laten we nog eens even naar die kosten kijken. Pieter Boot noemt in zijn artikel gegarandeerde afnameprijzen per kWh van 11 eurocent voor kernenergie (voor 35 jaar, Hinkley Point, VK) en van 6,7 eurocent voor wind op zee in Nederland (voor 15 jaar, volgens een tender uit 2017). Die laatste prijs, meldt Boot, zal naar alle waarschijnlijkheid zakken bij toekomstige tenders. Daarbij hoort dan ook wel de aantekening dat Hinkley Point na 35 jaar nog niet op de helft van zijn levensduur is en daarna naar alle waarschijnlijkheid aanzienlijk lagere prijzen per kWh kan rekenen. Discountvoeten van acht procent kunnen effectief de waarde 'wegtoveren' van waardevolle voorzieningen na hun tiende levensjaar. Maar laten we, uitgaande van genoemde kostprijzen, nog eens kijken naar de simulaties van Jenkins. Dan zien we (Figuur 7) dat bij inzet van 20 procent kernenergie dat de waarde van de opwekking door zon en wind aanzienlijk beter intact blijven. De kosten per kWh voor het systeem als geheel dalen, terwijl in het voorbeeld van Jenkins de installatiekosten van kernenergie liefst zes keer zo hoog zijn als die voor zon en wind.

We hebben dan ook eerder te maken met een **optimalisatievraagstuk** dan met een eenvoudige of-of-vraag. Het is daarom noodzakelijk om systeemsimulaties zoals die van Jenkins uitgebreid uit te voeren alvorens we besluiten wat voor elektriciteitssysteem we eigenlijk willen. Dergelijke simulaties zouden bij voorkeur moeten gebeuren in samenwerking met een breed veld aan partijen die voorstellen kunnen doen over naar welke configuraties wordt gekeken.

De bepalende vraag moet dus eigenlijk zijn of kernenergie een plaats kan krijgen in een optimalisatie van de route naar nul procent uitstoot. Niettemin zou het interessant zijn om te weten hoe de kosten van nucleaire nieuwbouw kunnen dalen. Eric Wiebes, verklaard voorstander van kernenergie, wijst op de kansen van standaardisatie: door toepassing van standaardontwerpen zullen de kosten van de Franse EPR wellicht een stuk lager kunnen uitvallen. Het recente Franse besluit om naar de haalbaarheid te kijken van 6 nieuwe EPR's biedt hier wellicht kansen. Een andere reden tot optimisme over kernenergie zijn de voortgaande ontwikkelingen rond generatie 4 reactoren, met name de al genoemde gesmoltenzoutreactoren. Deze zullen naar verwachting een aanzienlijk lagere prijs per kWh kunnen realiseren dan de huidige generatie 3 reactoren. Nu wordt van gesmoltenzoutreactoren steeds gezegd dat het wel tot 2050 zal duren alvorens deze beschikbaar zijn. Maar dit getal, zelfs als het is uitgesproken door MSR-onderzoekers, is een slag in de lucht. Het

gaat voorbij aan het feit dat honderden onderzoekers, wereldwijd, dag en nacht aan het werk zijn en onder druk staan om veel eerder met resultaten te komen. Aangezien dit spel over IP gaat, Intellectual Property, is het niet moeilijk te begrijpen de meest kansrijke ontwikkelingen zich onder de radar afspelen. Gepubliceerde plannen zijn geen indicatie voor de feitelijke ontwikkelingen. Geen mens ter wereld, ook niet een onderzoeker die dit getal noemt, heeft Non Disclosure Agreements getekend met alle relevante startups.

De argumenten van Jenkins maken duidelijk dat het modelleren van de prijs per kWh van toekomstige elektriciteitssystemen een exercitie is in het schieten op een bewegend doel. Jenkins benadrukt dat de voorbeelden die hij geeft zeker niet mogen worden gezien als vaststaande informatie. Maar de patronen die naar voren komen zouden ons aan het denken moeten zetten. Het is beslist nodig dat landen zoals Nederland, dat ambitieuze doelen stelt voor zijn uitstootbeperking, langs een route die nog nooit is bewandeld, serieus werk gaat maken van het doorgronden van de systeemeffecten die voortkomen uit beleidskeuzes die we nu maken. Analyses zoals die van Jenkins kunnen ons helpen de discussie voorbij een punt te krijgen waarin we worden verleid tot al te simpele redeneringen.

En wat is het antwoord op de centrale vraag in dit artikel?

Tot slot dienen we terug te keren naar de hoofdvraag van dit artikel. Is kiezen voor veel zon en wind kiezen tegen kern?

Het antwoord is nee. Een simpele vraag voor een complex antwoord is bijna altijd fout. In een complex model zal er een relatief complex antwoord volgen, een gebalanceerde mix waarmee altijd aan de vraag en de gestelde eisen kan worden voldaan. De vraag gaat uit van een vals dilemma. We zouden moeten kiezen voor een optimaal systeem waarin, afhankelijk van de eisen, kern en zon/wind elkaar aanvullen. Voordat we er achter kunnen komen hoe dat systeem er uit moet zien, zullen we in Nederland eerst serieus werk moeten gaan maken van systeemanalyses zoals die van Jenkins. Daarbij dient bovendien duidelijk te worden op welke vraag deze studies een antwoord dienen te geven. Die vraag dient te luiden: langs welke route kunnen wij ons doel optimaal bereiken? Beantwoording van deze vraag kan alleen door simulaties te draaien op basis van datasets van metingen uit de echte wereld, van seconde tot seconde, en modellering van de technische eigenschappen van alle productie-eenheden die in het netwerk zijn opgenomen, inclusief cruciale eigenschappen zoals thermodynamica, startsnelheden en een hele reeks andere parameters die noodzakelijk zijn om te voorkomen dat we onszelf rijk rekenen over 'goedkope' energie of zelfs maar welke route haalbaar is.

Gijs Zwartsenberg (@g_zwartsenberg), 3 mei 2020

met dank aan Enzo Diependaal (@EnzoDiependaal) voor zijn kritische blik en waardevolle aanvullingen