

KIVI-TEAM SCHETST ENERGIETOEKOMST

Met wind en zon komen we ver

Onze energievoorziening in 2050 baseren op voornamelijk wind en zon: dat is mogelijk als we die combineren met grootschalige dagopslag en een fors volume aan waterstof als buffer. Dat is de kern van het energieplan dat is opgesteld door het KIVI-researchteam EnergyNL2050. tekst ir. Frank Biesboer

Toekomstprojecties over de energievoorziening van Nederland in 2050 zijn er in vele soorten en maten, waarin wind en zon een meer of minder prominente rol spelen. Wat het KIVI Energy2050-plan onderscheidt, is dat het zich nadrukkelijk bezighoudt met grillig aanbod en laat zien hoe dat is op te vangen: met grootschalige dagopslag, bijvoorbeeld in de accu's van de elektrische auto's, en met een flinke waterstofbuffer, die toch al nodig is voor zwaar transport en industriële processen. Het KIVI-plan gaat dan ook niet alleen over het duurzaam opwekken van de elektriciteit nodig voor licht en apparaten, maar over ál ons energiegebruik, dus inclusief transport en de warmte voor woningen, gebouwen en industriële processen.

Het energieplan is samengesteld door dr.ir. Eric Persoon, ir. Loek Boonstra, ing. Paul van Moerkerken en dr.ir. Steven Luitjes. Dit researchteam baseert zijn plan op een lange reeks lezingen die het organiseerde en waar deskundigen spraken uit de energiewereld, zowel van onderzoeksinstituten en universiteiten als van bedrijven. Eerder hadden ze al ideeën uitgewerkt voor alleen de elektriciteitsvoorziening, nu is er een duurzaam alternatief voor het complete energiesysteem.

Energiebesparing

Een belangrijk uitgangspunt voor 2050 is verregaande elektrificatie van het energiegebruik. Dat past niet alleen het beste bij windturbines en zonnepanelen, maar biedt ook belangrijke voordelen. Zo rijdt een auto op elektriciteit veel efficiënter dan op fossiele brandstof. Iets soortgelijks geldt voor industriële processen. Elektrificatie leidt tot aanzienlijke energiebesparing.

Verder koos het KIVI-team het aanbod van wind- en zonne-energie zo dat er zo min mogelijk seizoensopslag nodig is. Dat betekent dat er met wind vier keer meer elektriciteit wordt geproduceerd dan met zon.

De Noordzee wordt zo onze belangrijkste energiecentrale.

In hun plan leggen de samenstellers zich ook tal van beperkingen op. Zo gebruiken ze geen biomassa voor energie; die reserveren ze als grondstof voor biochemie. Opslag van het broeikasgas CO₂ in de bodem, waar het huidige kabinet zwaar op inzet, zien ze hooguit als een tijdelijke maatregel. Geothermie kan bijdragen aan het leveren van warmte, maar is waarschijnlijk bij lange na niet voldoende om de totale warmtevraag te dekken.

Niet goedkoop

Het KIVI-energieplan kent ook zijn tekortkomingen. Zo is het niet doorgerekend in energiemodellen waar bijvoorbeeld het energieonderzoekscentrum ECN over beschikt. Wel is er flink gebruikgemaakt van ECN-studies. Ook is er geen financiële doorrekening, terwijl de energie met al die dagopslag en waterstofinstallaties zeker niet goedkoop zal zijn.

Daar staat tegenover dat het plan laat zien dat we met wind- en zonne-energie ver kunnen komen, ook als het gaat om energie voor transport en industrie. Op de volgende pagina's kijken we daarom hoe we die toekomstige zon- en windconomie voor elkaar gaan krijgen en laten we drie deskundigen reageren op het plan.

Op www.kivi.nl/energieplan is het volledige energieplan te vinden.

'EEN TYPISCH INGENIEURSPLAN'

Ir. Frans Rooijers, directeur milieu- en duurzaamheidsbureau CE Delft, reageert op EnergyNL2050: 'Het plan schetst een mogelijk scenario voor onze energievoorziening, niet het enige mogelijke. De KIVI-ingenieurs proberen vooral op nationaal niveau te optimaliseren, maar er zijn ook scenario's waarbij je dat ook op lokaal of internationaal niveau kunt doen.

Wat de opstellers zeggen over die optimalisering klopt technisch wel; hun doorrekening zit goed in elkaar. Maar de afgelopen dertig jaar is wat technisch mogelijk is niet gedaan. Waarom niet? Omdat de samenleving en de economie niet alleen naar de techniek kijken, maar ook naar andere waarden. In die zin is het een typisch ingenieursplan. Er is weinig oog voor die andere waarden. Dat wreekt zich bijvoorbeeld bij de back-up die ze noemen van zo'n 20 GW. Je moet heel veel investeringen doen voor installaties die maar beperkte tijd draaien. Daar gaat het economisch echt wringen en dat kun je niet onbesproken laten.

Een belangrijke omissie is de aandacht voor de infrastructuur. Met die 68 GW aan zonvermogen die het plan noemt, heb je een enorme impact op het netwerk. Er is weliswaar de dagopvang met batterijen, maar die zitten in de zomer snel vol en dan moet de stroom naar de installaties die er waterstof van maken. Je hebt dus wel een infrastructuur nodig die dat mogelijk maakt.'



ELEKTRIFICATIE LEIDT TOT ENERGIEBESPARING

Wat in het KIVI-energieplan het meest opzien baart, is de halvering van het energiegebruik in 2050. Dat is te danken aan de ommekeer die grootschalige elektrificatie te weeg gaat brengen. Die ommekeer zit niet zozeer in wat we nu al met elektriciteit doen (verlichting, internet, apparaten enzovoorts) als wel in de opwekking van die elektriciteit.

Elektriciteitscentrales werken nu met het verbranden van fossiele brandstoffen of biomassa en dat heeft een rendement van op zijn best 50 %; de rest is warmte. Met zon en wind is het rendement al gauw 90 %. Dat levert dus direct een besparing van 40 %.

Zo geldt dat ook voor transport: een auto op benzine of diesel haalt met moeite een *tank-to-wheel*-efficiency van zo'n 25 %, bij elektrische aandrijving is dat maar

liefst 80 %. En voor een vrachtwagen die rijdt op waterstof en een brandstofcel is de efficiency nog altijd meer dan 45 %.

Voor het verwarmen van woningen en het maken van heet tapwater is er een soortgelijke redenering. Warmtepompen gebruiken de warmte die ruimschoots aanwezig is in de lucht of de bodem en hebben minder energie nodig om de woning of het tapwater op de gewenste temperatuur te brengen.

Dan is er de industrie die voor zijn processen warmte nodig heeft van meer dan 100 °C en daar nu vooral aardgas voor gebruikt. Inzet van warmtepompen, maar dan de industriële variant, verlaagt het energieverbruik. Voor hogere temperaturen gaat duurzaam geproduceerde waterstof zorgen. Aardolie hoeft niet meer te worden geraffineerd; dat scheelt flink wat energie.

Op warmte gebaseerde distillatieprocessen in de chemie zijn te vervangen door het gebruik van membranen. Kunststoffen worden grotendeels

geproduceerd uit gerecycled materiaal en uit biomassa, en dat gebeurt dan vrijwel energieneutraal.

De totale energiebesparing is een inschatting op basis van de nu beschikbare analyses. Los van de precieze uitkomst staat wel vast dat elektrificatie gaat leiden tot flinke energiebesparing. Daar staat tegenover dat er flink wat elektriciteit nodig is – een kwart van het totaal – om de waterstof te produceren voor hogetemperatuurwarmte, zwaar transport en bijvoorbeeld ook als grondstof voor duurzaam geproduceerde ammoniak en staal.

'MEER EEN ENERGIEBALANS'

Dr. Marcel Weeda, senior onderzoeker energiecentrum ECN, reageert op EnergyNL2050: 'Het is belangrijk om goed na te denken over de getallen die bij de energievoorziening een rol spelen en een gevoel te krijgen voor de grootte van de opgave waar we voor staan. Dat is veel mensen nog niet duidelijk. De exercitie van de KIVI-ingenieurs is daarvoor heel waardevol; ze laten zien dat er nogal wat bij komt kijken om ons energiesysteem CO₂-arm te maken. Dat staat los van mijn oordeel dat ze hier en daar wel erg optimistisch zijn over wat er mogelijk is en hun persoonlijke voorkeur voor bepaalde energie-opties doorklinkt in hun conclusies. Aan de andere kant: zaken als elektrisch rijden, waterstof voor zwaar transport en synthetische brandstof voor de luchtvaart komen er, dus daar mag je best mee rekenen. Dat geldt ook voor bijvoorbeeld warmtepompen en warmtenetten.'

Een plan zou ik het alleen niet noemen. Het is meer een energiebalans; er wordt nagedacht over wat voor bronnen voorhanden zijn en hoe ver we daarmee kunnen komen. Maar in een plan moet er ook aandacht zijn voor de kosten en het tempo waarin die omschakeling mogelijk is. Het 'wat' is goed toegelicht, maar het 'hoe' ontbreekt.'



'WEL EEN ROL VOOR BIOMASSA'

Prof.dr. Kornelis Blok, hoogleraar Energy Systems Analysis aan de TU Delft, reageert op EnergyNL2050: 'Het plan volgt grosso modo gedachten die ik ook wel eens heb

geschetst. Bedenk daarbij wel dat het perspectief over een paar jaar weer heel anders kan zijn. Zon en wind komen nu zo prominent naar voren doordat de prijzen daarvan enorm zijn gedaald; vooral bij wind veel meer dan we eerder hadden verwacht. Die ontwikkeling heeft het perspectief enorm gekanteld; grootschalige elektrificatie is nu een goede route.

In tegenstelling tot de opstellers zie ik zelf wel een duidelijke rol voor biomassa, alleen al gezien de hoeveelheden vergistbaar afval waar we in Nederland over beschikken. Het grote voordeel van biomassa is dat die ook een bufferfunctie heeft, die je dan niet elektrisch hoeft op te lossen.

Daarnaast zou ik meer nadruk leggen op verbindingen binnen Europa die goed kunnen helpen om fluctuaties op te vangen. Daar wordt ook hard aan gewerkt. En ik kan me voorstellen dat je in een deel van het back-upstelsel kunt voorzien met auto's die rijden op waterstof. In het luxesegment zullen die er zeker komen en ze zijn er al voor het zwaardere transport. Als je die auto's met brandstofcellen toch hebt, waarom zou je die dan niet gebruiken?



DE IDEALE MIX VAN ZON EN WIND

Wind en zon leveren in het plan 85 % van de totale hoeveelheid energie. Voor de rest komt 10 % van duurzame import, bijvoorbeeld in de vorm van waterstof uit landen die een overschot aan elektriciteit hebben. 5 % komt van andere bronnen zoals geothermie en getijdencentrales.

Nu produceren windturbines en zonnepanelen niet continu. Hoe gaan we daarmee om? Om te beginnen verschilt de gemiddelde opbrengst van zon en wind per seizoen. De zon produceert in de winter nog niet de helft van de zomeropbrengst. Bij wind is het omgekeerd, zij het niet zo drastisch. Verder heeft de vraag naar energie een duidelijke seizoensafhankelijkheid, vooral vanwege het verwarmen van woningen en gebouwen in de winter.

De ideale mix van wind en zon is dan 4:1. Alle windturbines moeten dus jaarrond vier keer meer energie produceren dan alle zonnepanelen. Die verhouding zorgt ervoor dat de extra productie van windenergie in de winter voldoende is om aan de extra wintervraag te voldoen en te compenseren voor de lagere opbrengst van de zonnepanelen. Het voordeel van de ideale mix is dat de noodzaak tot seizoensopslag – het opslaan van het overschot gedurende het ene halfjaar voor gebruik in het andere – wordt geminimaliseerd. En juist die seizoensopslag is lastig, want het gaat dan om grote hoeveelheden energie.

Al met al voorziet het energieplan dat er 78 GW aan zonnevermogen nodig is; effectief leveren zonnecellen 10 % van de tijd op vol vermo-

gen. Ruimte voor de panelen is er op daken van woningen en bedrijfsgebouwen, langs (spoor) wegen en in zonneparken op land of water. Aan windvermogen is er 69 GW nodig; effectief levert de wind 45 % van de tijd op vol vermogen. Daarvan komt 6 GW op land te staan, de doelstelling van het huidige energieakkoord. Meer windturbines op land is gezien de ruimtelijke impact niet haalbaar. Het overgrote deel komt op de Noordzee. Door gebruik van windturbines met een vermogen van 10 tot 15 MW, duidelijk meer dan van de turbines die er nu staan, is een windparkdichtheid van 7 MW/km² haalbaar. De windturbines hebben dan een oppervlak van 9000 km² nodig en leggen beslag op een zesde van de Nederlandse Noordzee. Het energieplan rekent met gemiddelde opbrengsten van wind en zon, terwijl die in de praktijk in het ene jaar hoger zullen zijn en het andere lager. Volgens de bestaande statistiek ligt de opbrengst in een 'slecht' jaar zo'n 6 % onder het gemiddelde. Doet dat zich voor, dan moet import soelaas bieden.



DAGOPSLAG IN ACCU'S

Vooral in de zomer leveren de geplande 78 GW aan zonnepanelen (zie 'De ideale mix van zon en wind' op pagina 29) op zonnige dagen een hoge piekproductie. Die zal het elektriciteitsnet niet kunnen verwerken. Het energieplan voorziet dan ook in groot-schalige dagopvang in batterijen, met een totale opslagcapaciteit van 115 GWh: de opbrengst die de panelen op een piekdag gedurende zo'n drie uur produceren. Deze opslag helpt zo die piek op te vangen. Het opslagsysteem heeft nog een ander belangrijk voordeel: het compenseert snelle, kortdurende fluctuaties in de elektriciteitsproductie van wind en zon.

Om een idee te krijgen van hoe groot die opslagcapaciteit is, vergelijken we hem met de accu van een elektrische auto. Er zijn dan een kleine 3 miljoen voertuigen nodig met een batterij van 40 kWh, zoals die is te vinden in de nieuwe generatie elektrische auto's. Ondenkbaar is dat aantal overigens niet wanneer na 2030 het rijden op fossiele brandstoffen is uitgebannen.



GROOTSCHALIG BACK-UPSISTEEM

Hoe om te gaan met de langer durende fluctuaties, bijvoorbeeld wanneer er een maand lang nauwelijks opbrengst is van wind en zon? Om het effect van dat soort fluctuaties in te schatten, gebruikt het energieplan de opbrengststatistiek van wind en zon. Die geeft aan hoeveel uur er per jaar maximaal wordt geproduceerd, hoeveel gemiddeld en hoeveel weinig tot haast niets.

Daaruit blijkt dat wind en zon gedurende 5000 uur een overschot leveren en ruim 3600 uur een tekort. In het energieplan wordt dat overschot gebruikt om extra waterstof te produceren, dus bovenop wat nodig is om te voorzien in de waterstofvraag van industrie en zwaar vervoer.

In de periode dat er een tekort is, is er in eerste instantie nog wel voldoende stroom voor de directe elektriciteitsvraag, maar onvoldoende om in de waterstofvraag te voorzien. De opgebouwde waterstofreserve springt dan bij. Daarvoor is ongeveer de helft van dat overschot nodig. Daarnaast zal er een kleine 1000 uur per jaar ook een tekort zijn voor de directe elektriciteitsvraag. De rest van het waterstofoverschot wordt dan gebruikt om met brandstofcellen elektriciteit te produceren. De trits elektriciteit-waterstof-elektriciteit gaat wel

gepaard met flinke omzettingsverliezen; in totaal zo'n 55 %.

Die brandstofcellen vormen dus het back-up-systeem dat stand-by staat wanneer zon en wind het gedurende een langere periode laten afweten. Het zal niet bestaan uit enkele grote centrales met brandstofcellen, maar eerder uit vele kleinere installaties verspreid over het land, zodat de warmte die bij de elektriciteitsproductie vrijkomt optimaal is te benutten. Uiteindelijk moet dit back-up-systeem voorzien in 4 % van de jaarlijkse totale energieproductie. Wel moet het een flink vermogen kunnen leveren: ruim 20 GW. Met het verminderen van de vraag naar stroom in tijden van gebrek aan vermogen door windstilte of weinig zon, bijvoorbeeld door grootverbruikers, is in het plan overigens geen rekening gehouden. Dit zou het back-upprobleem aanzienlijk verminderen. |