

Kernenergie

De gemeenteraad van Opmeer gaat het college opdracht geven om samen met 6 andere West-Friese gemeenten een Regionale Energiestrategie (RES) te formuleren. Het doel is om in 2040 energieneutraal te zijn door o.a. 3,1 Terrawattuur (TWh) energie zonder uitstoot van CO₂ op te wekken.

In het West-Friese energie kompas, die als route dient naar de strategie, staan middelen om dit doel te bereiken. Dat zijn windmolens, zonnepanelen en aardwarmte. Van die windmolens van 3 Megawatt (MW) zijn er 152 nodig voor één TWh. Het waait echter niet continu dus moet een deel van de elektriciteit, ca. 60 %, worden opgeslagen om als er te weinig wind is weer om te zetten in elektriciteit. Dit gaat met een opslagrendement van ca. 35 %. Even rekenen laat zien dat er voor 3,1TWh 996 molens nodig zijn. Dat is 2.988 MW. Op zee waar windmolens optimaal zonder hinder geplaatst kunnen worden komt men aan 7 MW per km². Op zee zou voor dat vermogen 426 km² nodig zijn. West-Friesland heeft slechts 348 km² landoppervlakte.(hieronder is een uitleg van de cijfers)

Voor zonenergie geldt hetzelfde. We zouden 119 km² aan zonnepanelen nodig hebben dat is meer dan een derde van de oppervlakte van West-Friesland.

Aardwarmte, ook wel geothermie genoemd. Daar valt veel over te zeggen. De inschattingen van de verschillende onderzoeksbureaus laten zien dat tussen 15 % en 25 % van de warmte door middel van aardwarmte beleverd zou kunnen worden. Echter, ca. 38 % van ons energiegebruik is warmte. Dus een bijdrage van 5,7 a 9,5 % van het totale energieverbruik. Tot nu toe wordt aardwarmte voornamelijk gebruikt voor processen die het gehele jaar worden verwarmt, met een bedrijfstijd van meer dan 6.000 uur per jaar. De kosten van aardwarmte zitten voornamelijk in de investering. Met een bedrijfstijd voor woningen van maximaal 1.000 uur per jaar zou aardwarmte voor woningen 6 keer duurder zijn dan de huidige toepassingen. Dan is elektriciteit al gauw minder prijzig.

Er is echter nog een methode om CO₂ vrije energie op te wekken in een land als Nederland. Dat is kernenergie. Daar kleven zoals bij zoveel methoden nadelen aan. Maar ook een groot voordeel, CO₂ vrij met gebruik van zeer weinig ruimte.

Het West-Friese energie kompas niet leidt tot een klimaat neutrale energievoorziening. Als we klimaatneutraal willen worden ontkomen we niet aan de toepassing van kernenergie. Bij de ontwikkeling van een RES zal dan ook de vraag op tafel moeten komen: welk risico is groter, dat van klimaatverandering of dat van kernenergie.

Als het antwoord op die vraag luidt dat het risico van klimaatverandering groter is, dan kan een serieuze strategie niet zonder een locatie aan te wijzen waar die CO₂ vrije kerncentrale mag komen.

De hierboven staande tekst is ingesproken tijdens de vergadering van de commissie Ruimte op 29 oktober 2019 door Carel Anink

Waar staat DSV in de klimaat discussie?

Klimaatverandering

Vanuit de kwantummechanica, het deel van de natuurkunde dat over energie en materie op atomair niveau gaat, is bewezen dat een CO₂ molecuul een dipool is met een dipoolmoment waardoor CO₂ elektromagnetische straling, in de golflengte van het infra rood, absorbeert. De dampkring bestaat voor meer dan 99 % uit zuurstof (O₂) en stikstof (N₂). Zuurstof en stikstof zijn symmetrische dipolen. Daar heeft elektromagnetische straling geen invloed op. Dus is het natuurkundig onweerlegbaar dat een stijging van het CO₂ niveau in de dampkring de hoeveelheid geabsorbeerde infraroodstraling zal

laten toenemen. Daarmee stijgt de dampkringtemperatuur en dat heeft zeker invloed op het klimaat. DSV vindt dat zeer zorgelijk omdat klimaatverandering het huidige natuurlijk evenwicht op de aarde zal verstoren hetgeen een groot gevolg zal hebben voor mensen die er leven. DSV is ervan overtuigd dat de toename van CO₂ in de dampkring voor het grootste deel wordt veroorzaakt doordat de mens gefossiliseerde koolstof door verbranding omzet in CO₂ die vervolgens in de dampkring terecht komt. Om dit proces te stoppen heeft DSV als doel; stoppen met het gebruik van fossiele koolstof.

Voor het stoppen met het gebruik van fossiel zijn voor DSV alle middelen inzetbaar zolang de voordelen groter zijn dan de nadelen; het paard niet achter de wagen spannen.

Uitleg van de hiervoor genoemde cijfers.

West-Friesland moet vanaf 2040 energieneutraal zijn door middel van CO₂ vrije energieproductie binnen de gemeentegrenzen van de zeven West-Friese gemeenten. Dat betekent dat er geen opwekking van elektriciteit met behulp van fossiel gedreven aggregaten meer mag zijn. Er wordt wel eens gedacht dat energieneutraal ook kan door een vorm van uitwisseling met de buren. Maar als die buren op dezelfde manier hun energievoorziening moeten organiseren en zon en wind er op dezelfde tijdstippen als in West-Friesland aanwezig zijn, dan moeten we in West-Friesland onze eigen boontjes doppen. Voor West-Friesland wordt verwacht dat er in 2040 een energieverbruik is van 3,1 TWh. Nu is dat nog 4,8 TWh. Er ligt daardoor ook een uitdaging om 35 % te besparen door een veelheid van maatregelen.

Voor de opbrengst van de molens en de zonneweides is in de onderstaand berekening gebruik gemaakt van gegevens uit het energiekompas voor West-Friesland. Hierin staat dat voor de productie van één TWh 152 windmolens van 3 MW elk nodig zijn of 16,63 km² zonneweide. Het comfort van dit moment dat een gascentrale wordt terug geregeld als het hard waait is er in 2040 niet meer. Als er door wind of zon meer elektriciteit wordt geproduceerd dan er op een bepaald moment nodig is moet het teveel geproduceerde worden opgeslagen. Die opgeslagen elektriciteit kan dan gebruikt worden op die momenten dat er onvoldoende wind en zon ons is.

3,1 TWh gedeeld door 8.760 uur (dat is een jaar) is een gemiddelde belasting (belasting is de het gevraagde vermogen) van 354 MW. Nu zal de belasting gedurende het jaar pieken en dalen hebben en datzelfde geldt voor wind en zon. Er zullen momenten zijn dat er slechts een belasting is van 100 MW maar er zullen ook momenten zijn met een piek van 700 MW, bijvoorbeeld als de bewoners van ca. 80.000 woningen in West-Friesland op een koude winterochtend hun warmtepompen aanzetten. Echter, het zou wel erg toevallig zijn als de wind altijd hard waait als er een belastingpiek is. Voor de berekening is ervan uit gegaan dat overproductie gemiddeld bij 400 MW plaats zal vinden.

Dan komt de volgende vraag, hoeveel geïnstalleerd vermogen is er nodig? Dat is voor 3,1 TWh op basis van de gegevens uit het energiekompas $3,1 \times 3 \text{ MW} \times 152 \text{ molens} = 1.414 \text{ MW}$.

Energiebedrijven die verantwoordelijk zijn voor de leveringszekerheid kunnen die alleen garanderen indien er voldoende reservevermogen is. Precies met de hakken over de sloot springen is er niet bij. Ook zullen die bedrijven de onzekerheden in kaart brengen en die zoveel mogelijk reduceren. Bij productie waarbij de brandstof in voorraad genomen kan worden zoals steenkool, aardolie, aardgas en uranium is dat risico gering. Gewoon voldoende in voorraad nemen. De belangrijkste onzekerheid bij wind is het weer. Vraag een meteoroloog of hij of zij op wil geven hoeveel wind er verwachten is het komende jaar en er komt geen antwoord. Hij of zij kan wel iets over het verleden zeggen en dat, als er zekerheid moet zijn van een bepaalde opbrengst, het slechtste windjaar van de afgelopen 30 jaar en daar 20 % onder een verstandige aanname is. Ook zijn er technische risico's die afgedekt moeten worden om leveringszeker te zijn. Voor alle duidelijkheid, nu is leveringszekerheid bij de

toepassing van wind niet aan de orde. Er is een zeer goed regelbaar vermogen aan gascentrales dat voldoende groot is om de vraag te kunnen dekken. Die gascentrales houden de leveringszekerheid goed op orde. Wind draagt nu niets bij aan de leveringszekerheid. Voor de technische leveringszekerheid van de windparken is het verstandig om 20 % reservevermogen aan te houden. Het opgesteld vermogen moet dus in staat zijn op jaarbasis 20 % meer energie te produceren dan nu in 2040 aan behoefte verwacht wordt. Dat moet vervolgens kunnen in een jaar dat de windopbrengst minimaal is door ongunstige wind (vaak wind met een kracht die groter is dan het maximum vermogen van de molen en veel windstiltes). Hiervoor is 20 % genomen van het productievolume dat de molens volgens de opgave van het energiekompas per jaar leveren. Dat levert een totaal benodigd vermogen van ca. 2.000 MW. De gemiddelde belasting is zoals hierboven gesteld 400 MW. Door het grotere geïnstalleerde vermogen wordt er wel meer geleverd als de productie lager is dan 400 MW. Het opslagpercentage zal daardoor kleiner kunnen zijn, ca 50 %, waardoor het totale vermogen met voldoende leveringszekerheid uitkomt op 3.857 MW ($0,5 \times 2.000 \text{ MW} + 0,5 \times 2.000 \text{ MW} / 0,35$) en dat zijn 1.286 molens. De factor 0,35 is het opslagrendement, deze wordt later in deze tekst verklaard.

In het inspreekstuk is bewust de leveringszekerheid buiten beschouwing gelaten omdat deze zich lastig laat uitleggen in 5 minuten spreektijd. Voor een snelle verklaring van het vermogen, is daarom het netto vermogen voor de productie genomen, namelijk 1414 MW, en daarvan 60 % die moet worden opgeslagen. Feitelijk te weinig voor een leveringszekere energievoorziening maar voldoende om aan te kunnen tonen dat met wind de gestelde doelen niet haalbaar zijn. Voor de volledigheid de som: $0,4 \times 1414 \text{ MW} + 0,6 \times 1414 / 0,35 = 2988 \text{ MW}$, oftewel 996 molens van 3 MW.

Nu het opslagrendement van 35 %.

De enige manier waarop grote volumes elektriciteit opgeslagen kunnen worden is in waterstof. Dat gaat door middel van elektrolyse van water met elektriciteit uit de windmolens. Als de parken in volle productie zijn en de belasting 400 MW is dan moet er elektriciteit met een vermogen van $2.988 \text{ MW} - 400 \text{ MW} = 2.588 \text{ MW}$ in waterstof worden omgezet. Daar is een waterstoffabriek voor nodig. De in de huidige op de markt verkrijgbare technieken hiervoor hebben ca. 50 kWh nodig voor de productie van 1 kg waterstof. Dat is 180 MJ elektriciteit voor de productie van 141,8 MJ waterstof. Een rendement is dan 79 %. Er moet 106.000 ton waterstof per jaar geproduceerd worden. Ter informatie: Shell is bezig met de bouw van een waterstoffabriek die met CO₂ vrij opgewekte elektriciteit waterstof gaat produceren. Dit wordt de grootste fabriek voor groene waterstof in Europa en deze zal in 2020 in bedrijf komen. De productiecapaciteit van deze fabriek wordt 13.000 ton waterstof per jaar.

Met deze waterstof moet op momenten dat er geen of onvoldoende wind is elektriciteit worden geproduceerd. Daarvoor is een centrale nodig met een vermogen van minimaal 700 MW om aan de eerder genoemde belastingpiek te kunnen voldoen. Die centrale is er nog niet en zal dus ontworpen moeten worden. Energiebedrijf Vattenfal heeft hierin al stappen gezet. Vattenfal wil de Magnus centrale geschikt maken voor waterstof. Omdat waterstof een geringe dichtheid heeft is het plan van Vattenfal om de dichtheid te verhogen door de waterstof aan stikstof te binden tot ammoniak, zie afbeelding en berekening hieronder, daarin is te zien dat het opslagrendement van deze techniek iets boven de 30 % ligt. In de berekening is gekozen voor 35 % om geen procenten discussie te krijgen.

De energiecentrale als superbatterij

Nuon en TU Delft willen gascentrales gaan inzetten als opslag voor duurzame energie. Dat willen ze doen door van groene stroom ammoniak te maken wanneer er een overschot aan groene stroom is. Ammoniak kan eenvoudig en langdurig worden opgeslagen. Op momenten dat er een tekort aan groene stroom is kan de ammoniak worden ingezet als brandstof in gascentrales.

Wind en zonne-energie zijn niet op afroep beschikbaar...

Soms wordt er te veel geproduceerd...

Er wordt meer groene stroom geproduceerd dan er vraag naar is.

Nu:
Het overschot wordt tegen zeer lage prijzen elders verbruikt.

...en op een ander moment te weinig

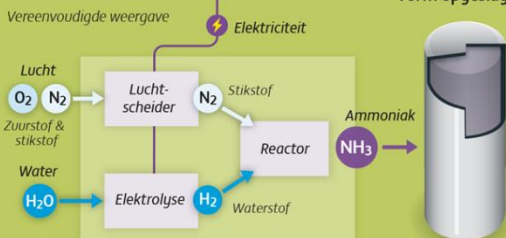
De vraag is groter dan wind en zon op dat moment kunnen leveren.

Nu:
Gascentrales vullen tekort aan door elektriciteit te produceren met aardgas.

In de toekomst:

1 Het overschot aan stroom wordt omgezet naar ammoniak.

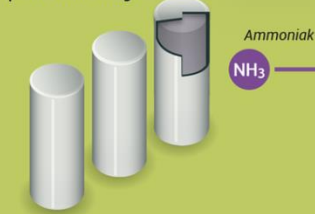
2 De ammoniak wordt in vloeibare vorm opgeslagen.



In de toekomst:

1 De opgeslagen ammoniak wordt ingezet als brandstof in plaats van aardgas.

2 Bij verbranding van ammoniak komt geen CO₂ vrij.



Ontwerp: Broadstein Infographics

NUON

Elektriciteit uit windmolens in ammoniak opslaan en later weer omzetten in elektriciteit in de Magnum centrale van Nuon.

Om één kg NH₃ te maken is 176 gram waterstof (H₂) en 824 gram stikstof (N₂) nodig. De verbrandingswaarde van één kg H₂ is 141,85 Megajoule (MJ). 176 Gram H₂ heeft dus een verbrandingswaarde van 25 MJ. Met elektriciteit H₂ maken gaat met een rendement van maximaal 80 %, dat is incl. compressie voor opslag. Er is dus 31,25 MJ elektriciteit nodig om 178 gram H₂ te maken. Er is ook nog energie nodig om de stikstof uit de lucht te halen, ca. 0,3 MJ voor 824 gram. Daarnaast is er nog minimaal 1,1 MJ nodig om van H₂ en N₂ ammoniak te maken. Per saldo is er 32,65 MJ nodig voor de productie van één kg NH₃. De verbrandingswaarde van één kg NH₃ is 17,18 MJ. Als de STEG (de motor van de elektriciteitscentrale) op NH₃ net zo goed draait als op aardgas waarvoor hij ontworpen is dan zal het rendement in de buurt van 58 % zijn. Per kg NH₃ levert de STEG dan 9,96 MJ elektriciteit. Dat betekent dat er slechts 30,5 % van de duurzame elektriciteit na opslag over is om aan het net te leveren.

Voor zon gelden dezelfde argumenten als hierboven. Echter, bij zon pakt dat ongunstiger uit dan bij wind omdat zon een vollasturen productietijd van maximaal 1.000 uren per jaar heeft en voor wind is dat 2.200 uren. Er moet dus meer worden opgeslagen. Daarbij komt dat door elektrische verwarming de elektriciteitsbehoefte meer naar de winter zal verschuiven wat voor zon extra ongunstig is aangezien zon het merendeel van de elektriciteit in de zomer produceert.

Ten slotte. De conclusie uit het bovenstaande kan er maar een zijn. Het is onhaalbaar om met zon en wind de gestelde doelen te halen. Er zal een betekenisvolle andere CO2 vrije productietechniek bij moeten komen. De enige techniek die daartoe in staat is, is kernenergie. Met andere woorden, het is een keuze tussen klimaatverandering of kernenergie. Dat wil niet zeggen dat zon en wind bij die keuze geen rol meer spelen. Met name voor fluctuatie in de belasting is het goed om regelbaar vermogen te hebben. Gascentrales die draaien op waterstof of ammoniak kunnen daar een belangrijke rol bij spelen en voor de productie voor de benodigde waterstof zijn windmolens en zonneparken prima op die plekken waar daar ruimte voor is.