

Het idee fixe van zonnecellen en windmolens

L.J.Giling emeritus-hoogleraar zonnecel- en materiaalgroep Radboud Universiteit Nijmegen

Wanneer iemand gevraagd wordt hoe hij denkt dat de opwarming van de aarde kan worden voorkomen, zal hij vrijwel zonder uitzondering zeggen dat we over moeten stappen van de verbranding van olie, gas en kolen op energie verkregen uit wind en zon. Daarmee wordt de CO₂ uitstoot immers voorkomen waardoor de opwarming zal stoppen? En energie verkregen uit zon en wind is er toch genoeg?

Maar is dit in de praktijk ook mogelijk en zelfs is dit wel waar? Het antwoord zal iedereen verrassen die niet ingevoerd is in deze lastige materie. Daarom zal ik in dit artikel wat dieper ingaan op dit vraagstuk. Maar ook op de nog veel indringender vraag, wat er zal moeten gebeuren als de fossiele brandstoffen op dreigen te raken of zelfs als ze echt volledig geconsumeerd zijn. De feitelijke omslag zal zich eigenlijk al eerder manifesteren, nl. als de vraag naar brandstof groter wordt dan het aanbod. Op dat moment zal de wereld geschokt worden door het begin van de echte energie crisis.

In dit artikel zal ik mij indien mogelijk baseren op verifieerbare feiten en zoveel mogelijk bronnen noemen, zodat als er een discussie ontstaat, hij gebaseerd is op deze feiten en niet op emotionele uitspraken.

De Nederlandse situatie

Het aandeel van wind en zon in de produktie van elektrische energie voor Nederland in 2008, gebaseerd op de gegevens van het CBS, bestaat voor 4256 GWh geleverde energie uit windmolens en voor 36 GWh uit netgekoppelde zonne-energie.

De totale elektriciteitsproduktie in dat jaar was 108.208 GWh. Hiermee bedroeg het aandeel van wind in de elektriciteitsvoorziening 3,9% en dat van zon 0.03%. (CBS neemt voor het totaal aan groene stroom ook de verbranding via gewone centrales van hout e.d. (biomassa) mee, dat draagt voor 3,6% bij. Maar tijdens die verbranding komt er wel CO₂ vrij wat we willen vermijden. Hun bijdrage aan groene stroom is daarmee op zijn minst discutabel).

In tabel I zijn alle relevante gegevens van het jaar 2008 verzameld.

Windmolens					
	Aantal molens	Capaciteit MW	Mogelijke Produktie GWh	Geleverde Produktie GWh	efficiency %
Op land	1933	1893	16583	3660	22
Op zee	96	228	1997	596	30
Totaal wind	2029	2121		4256	
Zonnecellen De produktie van netgekoppelde zonnecellen was in 2008 in totaal 36 GWh					
De totale binnenlandse elektriciteitsproduktie was in dat jaar 108.208 GWh bij een <i>netto</i> vermogen van 12,4 GW _{netto}					
Aandeel wind 3,9%					
Aandeel zon 0,03 %					
1 Mega = 10 ⁶ 1 Giga = 10 ⁹ W = Watt Wh = Wattuur					
Tabel I Produktie elektriciteit in 2008 bron CBS					

Om een juist gevoel te krijgen voor deze cijfers, moeten we niet alleen kijken naar het verbruik van elektrische energie, maar ook nagaan hoe groot het totale energieverbruik was in Nederland in 2008. Volgens het CBS was het totale verbruik van olie, kolen, gas, elektriciteit

etc. in dat jaar groot 925.000 GWh. Hiermee komt het aandeel van wind en zon in een totaal ander licht te staan. Hun bijdragen in het totale verbruik worden resp. 0,46% en 0,004%. De productie van elektriciteit komt uit op 11,6% van het totale energie verbruik.

Bedacht moet verder worden dat de gemiddelde jaarlijkse toename van het totale energieverbruik van 1990 tot 2007 ca. 1,4% was (CBS). Daarna stagneerde deze toename door de economische crisis, maar deze stagnatie zal vermoedelijk niet van blijvende aard zijn. Overigens geeft CBS geen getal over het *echte* totale verbruik, want dan moet rekening gehouden worden met de geïmporteerde goederen, het verbruik door vliegen naar buitenland, het verbruik door de scheepvaart en defensie etc. Dit zorgt voor een niet onaanzienlijke verhoging van het totale verbruik zoals gegeven door het CBS. Omdat het CBS hier geen cijfer over geeft, neem ik voor het vervolg van dit artikel voorlopig maar aan dat het *echte* totale verbruik in de buurt van 1.000.000 GWh zal liggen.

Zonnecellen

Kunnen zonnecellen voor Nederland een voornamelijk energiebron worden?

Het licht van de zon kan worden gebruikt om elektriciteit en warmte op te wekken. In het eerste geval praten we over zonnecellen, in het tweede over zonnecollectoren. Deze laatste maken gebruik van de warmte straling van de zon en maken warm water. Je ziet in zonnige gebieden vaak op daken van huizen staan gecombineerd met een boiler waarin het warme water wordt opgeslagen. Ofschoon ze zeker van belang kunnen zijn voor de energiehuishouding, spelen ze in Nederland op dit ogenblik een secundaire rol en daarom kijken we voor dit artikel alleen naar de productie van elektriciteit door zonnecellen.

De vóór- en nadelen van zonnecellen zijn resp.:

Vóórdelen:

1. ze maken gebruik van een duurzame energiebron
2. ze produceren geen CO₂
3. ze reduceren (tot op bepaalde hoogte) het gebruik van fossiele brandstoffen
4. ze maken geen lawaai

Nadelen:

1. de productie van elektriciteit is sterk afhankelijk van de instraling. In de avond en nacht geen stroom en ook weinig stroom als het bewolkt is en in de winter.
2. Ze nemen een groot landoppervlak in
3. Grootschalige aantasting van het landschap
4. Ze zijn duur.
5. Ze hebben een buffer nodig om een constante aanvoer van energie te waarborgen.

Uit tabel I blijkt dat in 2008 het netto vermogen van de totale *elektriciteits*productie in Nederland 12,4 GW_{netto} was. Als je dit netto vermogen helemaal uit zonnecellen wilt halen, valt te berekenen dat je minstens 7,4 % van Nederland met zonnecellen moet beleggen.

De berekening gaat als volgt:

We gaan uit van 10% efficiënte poly-kristallijne zonnecelssystemen die in Nederland een jaar gemiddeld vermogen hebben van 10W / m². Stel het benodigde oppervlak in m² is O, dan moet

$$O \text{ (m}^2\text{)} \times 10 \text{ (W/m}^2\text{)} = 12,4 \times 10^9 \text{ (W)}$$

Dit levert de waarde 1240 km² voor zuiver paneel oppervlak. Voor de praktische installatie is minstens het dubbele oppervlak nodig (de panelen moeten niet in elkaars schaduw staan, je moet er tussendoor kunnen lopen/rijden voor het onderhoud en een groot zonnecelpark vereist ook een infrastructuur van wegen en reparatiewerkplaatsen). Daarmee komt het landbeslag afgerond op 2500 km². Nederland heeft een landoppervlak van ca. 34.000 km², dus er moet minstens 7,4% bedekt worden. Om een idee te geven over deze grootte: het oppervlak van het IJsselmeer is 1100 km².

Hoe groot is het oppervlak dat nodig is voor het produceren van *totale* energieverbruik van 1.000.000GWh met zonnecellen met een vermogen van 114 GW?

Voor de berekening is weer uitgegaan van 10 % kristallijne cellen en een praktisch oppervlak dat 2 x het paneeloppervlak is. Het antwoord is dat hiervoor een praktisch oppervlak van ca. 23000 km² nodig is, dat is 2/3 van het oppervlak van Nederland. In principe heeft de milieubeweging dus gelijk als ze zegt dat de zon genoeg energie geeft om geheel Nederland te voorzien, maar hiermee bereik je dan wel een totale ontwrichting van Nederland en dat kan toch niet de bedoeling zijn.

Is de *volledige* vervanging van conventioneel opgewekte elektriciteit door elektriciteit uit Nederlandse zonneparken nu een reële optie? Hét doorslaggevende argument dat deze optie niet reël is, vormt vooral de afwezigheid van elektriciteit gedurende de avond, nacht en de lagere capaciteit bij bewolking en in de winter. Als er geen mogelijkheid is om elektriciteit op te slaan, vormt het chaotisch aanbod van elektriciteit een serieus beletsel. Geen enkele industrie of huishouden kan draaien op een willekeurig aanbod van elektriciteit. Momenteel wordt als buffer voor de opgewekte zonne- en windelectriciteit gebruik gemaakt van het bestaande elektriciteitsnet, waarbij de conventionele centrales allemaal blijven draaien, zij het op een lager nivo. Uit recente proefschriften is gebleken dat dit zou kunnen tot 5% (Soens) of voor een heel ge-avanceerd net tot 30% (Ummels), daarboven zal het bestaande elektriciteitsstelsel instabiel worden. Momenteel wordt 20 % aangehouden als bovengrens. Andere vormen van opslag, zoals grote waterreservoirs, zijn voor Nederland, gezien de hoge kosten die daar aan zijn verbonden, geen optie. Stel dat men toch een reservoir wil aanleggen. Hoe groot moet dat dan zijn om stel voor 3 dagen alleen onze elektriciteit op te slaan? De potentiële energie van water met een oppervlak van 1 m² in een basin met een waterhoogte van h meter wordt gegeven door de formule $mgh/2$ (MacKay), waarbij h/2 de effectieve hoogte is gedurende de totale leeglooptijd, m= massa, g= zwaartekrachtversnelling (9,8 m/s²) h= maximale hoogte. De massa een waterkolom met hoogte h, is dichtheid x hoogte, dus 1000kg/m³ x h. Nemen we h= 15 meter dan is het vermogen (i.e. energie/ tijd) per m² dat gedurende 3 dagen beschikbaar moet zijn $1000 \times 15 \times 9,8 \times 7,5 / 72 \text{ uur} = 11 \times 10^5 / 72 \times 60 \times 60 \text{ sec.} = 4,2 \text{ W/m}^2$. Het jaarverbruik aan elektriciteit was 108.208 GWh met een vermogen van 12,4 GW_{netto}.

Het benodigde basinoppervlak O, bij een totale efficiency van 75% hydropower (efficiency bij vullen x idem bij leeglopen), wordt dan gegeven door $O \times 4,2 \times 0,75 = 12,4 \times 10^9$. Dit levert op $O = 3900 \text{ km}^2$ dus bijna 4x IJsselmeer! Alléén als buffer voor de *elektriciteits*-voorziening.

Als we een buffer voor drie dagen willen hebben om onze *totale* energiebehoefte op te slaan heb je met een hoogteverschil van 15 meter (effectief dus 7,5 m) een reservoir nodig met een oppervlak van 1x Nederland. Dit lijkt mij onuitvoerbaar. Je zou ca.3/4 van het Nederlands Continentaal Plat daarvoor nodig hebben. De enige andere optie die dan overblijft is importeren van elektriciteit uit het buitenland.

B.C.Ummels Power system operatio with large-scale wind power in liberalised environments. Proefschrift Delft 26-2-2009
J.Soens Impact of windenergy in a future power grid thesis KU Leuven 2005 12 05
David J.C.MacKay: Sustainable energy- without the hot air. Cambridge 2009

De prijs van zonnecellen.

Om te weten te komen hoe duur zonnecelcentrales zijn, kijken we naar recent uitgevoerde grootschalige projecten. Één daarvan is het "Waldpolenz"project met 550.000 panelen op een oppervlak van 2 km² (Google: Waldpolenz). Het is gebouwd in 2008 in het Duitse stadje Brandis bij Leipzig. De zonnecelcentrale heeft een vermogen van 40 MWp en moet jaarlijks 40 GWh leveren. Hij bestaat uit dunne film CadmiumTelluride cellen die goedkoper te maken zijn dan poly- of éénkristallijne cellen van Silicium. Het giftige Cadmium en Tellurium zijn in Nederland overigens verboden (zwaar metaal en giftig). Kosten € 130 miljoen. Om de prijzen van verschillende systemen goed te kunnen vergelijken, worden ze betrokken op 1000GWh echt geleverde energie op jaarbasis. Als we dat doen voor de Waldpolenz centrale komen we uit op 3,25 miljard/1000G Wh. Dit is de goedkoopste optie. Andere zonnecelparken die gebouwd zijn op basis van poly- of éénkristallijn silicium, blijken alleen maar duurder te zijn en komen in de buurt van 5 miljard/1000G Wh (bijv. het zonnecelpark Olmedilla in Spanje dat in 2008 gebouwd is). Er is weliswaar een tendens dat de marktprijs aan het dalen is, vooral door goedkoop aanbod uit Azië, maar dat moeten dan meerdere factoren worden om impact te hebben op de slotsom van deze paragraaf.

Ter vergelijking dient het volgende:

Electrabel is gestart met de bouw van een moderne kolen / biomassa centrale op de Maasvlakte. Het is een 800 MW centrale met een efficiency van 46 % (368 MW netto). De investering bedraagt 1,2 miljard euro.

Aan stroom levert de centrale per jaar 3224 GWh. Genormaliseerd op 1000 GWh kost hij dan 0,37 miljard. www.electrabel.nl. Het lijkt juist om te becijferen hoeveel groter dit getal wordt als ook de kosten van CO₂ opslag worden meegenomen. "CO₂sink" schat de continue kosten van CO₂-afvang en opslag bij elektriciteitsproductie op ongeveer € 0,01 à 0,02/ kWh Hierdoor wordt de basisprijs of commodityprijs van elektriciteit (ca. 0,04€/kWh) met 1 à 2 cent verhoogd. De investering zelf van CO₂ afvang vergt ca. 0,1 miljard/1000GWh voor een conventionele centrale

(http://www.ecn.nl/fileadmin/ecn/units/bs/Optiedoc_2005/factsheets/co2-ene-11.pdf), waarmee de totale investeringskosten van de Electrabelcentrale uitkomt op 0,47 miljard / 1000GWh. Hiermee vergeleken is de dunnefilm zonnecelcentrale afgerond 7 x zo duur en de kristallijne ca. 11 x.

Aangezien de levensduur van een conventionele centrale ca. 3x zo lang is als die van de dunnefilm centrale (40 à 60 jaar tegen 13 à 20 jaar) en 2x zo lang is als de kristallijne zonnecelcentrale (40 à 60 jaar versus 20 tot 30) is elke zonnecentrale uiteindelijk dus bijna 22 x zo duur als een moderne conventionele centrale met CO₂ afvang. Dat is evenwel niet de finale prijs want er moet nog rekening gehouden worden met twee extra kosten t.w. (1) de subsidie die de regering op de geleverde stroom geeft en (2) de kosten voor het aankopen van het landareaal, want bij een grootschalige inpassing van zonnecelcentrales moet natuurlijk ook de prijs van het gebruikte land meegenomen worden. Als dat om 7,4 % tot 2/3 van Nederland gaat is dat zeer aanzienlijk! Het lijkt mij niet doenlijk om dat uit te rekenen. Ook de berekening van de totale subsidie op de geleverde stroom is niet geheel duidelijk. Met een subsidie van 0.1€ /kWh en een levensduur voor de installatie van 20 jaar, kom je al gauw op 1,75 miljard euro per geïnstalleerde GW.

De conclusie is dat de zeer hoge prijs van zonnecelcentrales en het ontbreken van een buffer om het wisselvallige aanbod van de stroom op te heffen, het onaantrekkelijk maken deze optie in aanmerking te laten komen voor een 100% elektriciteitslevering in de nabije toekomst. De eindconclusie is dat zolang de klassieke centrales kunnen blijven draaien, zonnecellen hooguit flankerend tot max. 20% ingezet zullen kunnen worden. Daar zit dan wel een fors prijskaartje aan..

Windenergie

De regering heeft de adviezen van de Energieraad (rapport Brandstofmix in beweging 2008) en van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (rapport Klimaatstrategie – tussen ambitie en realisme 2006) niet opgevolgd en het politieke besluit genomen om over te gaan tot grootschalige toepassing van windenergie. Er zal in 2020 een capaciteit van 12 GW aan windmolens actief moeten zijn, 8 MW op zee en 4 MW op land. Met een gemiddelde efficiency van 27% zullen die dan 3,2 GW_{netto} leveren en zullen daarmee voor 26 % bijdragen aan de elektriciteitsvoorziening op basis van de gegevens van 2008.

Wat zijn eigenlijk de voor- en nadelen van windmolens?

Voordelen:

- Duurzaam
- Geen CO₂ emissie
- Reductie van het gebruik van fossiele brandstoffen, (volgens milieu groepen.)

Nadelen:

- Bij weinig of geen wind geen stroom, ook niet bij storm. Sterke fluctuaties in stroomlevering door variatie van de windsnelheid
- Groot landbeslag
- Hoge kosten
- Horizon vervuiling (*de molens worden steeds groter, de nieuwste molens hebben een rotor diameter van 125 m*).
- Lawaai (*De tipsnelheid van de rotor mag niet groter worden dan 75 m/s anders neemt het lawaai progressief toe. Daarom draaien grotere molens ook langzamer*)
- Er is een buffer nodig om een constante aanvoer van energie te waarborgen

Het is de vraag of het voordelenlijstje voor de situatie in Nederland-althans zolang de klassieke centrales blijven draaien- niet beperkt moet blijven tot het eerste punt duurzaamheid. Immers de laatste tijd komen er meer en meer publicaties dat er door de opvang in het bestaande elektriciteitsnet er juist méér CO₂ uitgestoten wordt als het hard waait, dan zonder de molens. Ook het argument dat er een besparing optreedt van fossiele brandstoffen bij de levering van stroom uit windmolens blijkt niet altijd juist te zijn. Wanneer de centrales op een lager nivo moeten gaan draaien om de windenergie op te vangen, wordt hun rendement drastisch lager waardoor dan meer brandstof verbruikt wordt. (Soens, Udo, le Pair en de Groot). Pas als het net niet als buffer gebruikt wordt omdat alle conventionele brandstoffen op zijn en de windmolens alle energie leveren, is er geen CO₂ emissie.

F.Udo Besparen windmolens CO₂ december 2009 <http://www.groenerekenkamer.com/udo>

K de Groot en C.le Pair De brandstofkosten van windenergie; een goed bewaard geheim <http://www.clepair.net/wind-SPIL-1.html>

Idem-SPIL-2.html

Hoe groot is het oppervlak dat windmolens nodig hebben voor de levering van energie?

Om alleen het netto *elektriciteits*vermogen van 12,4 GW helemaal uit windmolens te halen, is een landoppervlak nodig van 6200 km². Dit volgt uit de berekening $O \times 2 = 12,4 \times 10^9$ met als resultaat $O = 6200 \text{ km}^2$, waarbij gebruik is gemaakt van de regel dat een windmolen op het land een vermogen levert van 2 W/m² (MacKay). Dit is 18,2% van het oppervlak van Nederland. Op zee, met 3 W/m², wordt dat 4133 km². Om het *totale* energieverbruik van Nederland met een netto vermogen van 114 GW op te brengen is een oppervlak op land nodig van $O \times 2 = 114 \times 10^9$ met als resultaat $O = 57000 \text{ km}^2$ (oppervlak van Nederland is 34000 km²!) of een oppervlak bedekt met windmolens op zee ter grootte van 38000 km², zodat daarvoor het gehele oppervlak van het nog beschikbare deel van het Nederlands Continentaal Plat nodig is met dieptes van 40 meter. Kortom, voor de toekomst hebben we gewoon niet genoeg oppervlakte om met windmolens te voorzien in onze energiebehoefte.

Het belangrijkste nadeel van windmolens blijft daarbij de grote wisselvalligheid in de stroomlevering t.g.v. de grote variatie in het windaanbod. De productie van elektriciteit is daardoor uiterst onbetrouwbaar. Het elektriciteitsnet als buffer biedt weer uitkomst tot 20%, voor een grotere bijdrage moet omgezien worden naar een mogelijke andere buffer. Zo'n buffer is er niet zoals hierboven is vastgesteld. Dit nadeel hebben ze gemeen met de zonnecellen. Voorstanders van windenergie wijzen op de mogelijkheid om alle windparken in Europa te koppelen waardoor het grillige aanbod van wind gespreid wordt en er een afvlakking plaats vindt van de fluctuaties. Dit is maar tendele waar. Zoals Udo aantoonde zijn er dagen dat langs de hele Europese kust de windkracht gering is. Maar nog belangrijker is het argument dat het lokale veld waar wél voldoende wind is, de energie voorziening van alle andere landen -waar het niet waait -op moet kunnen vangen. Dit betekent dat élk lokaal windpark de grootte van het geheel zou moeten krijgen en zo'n uitvoering is ondenkbaar. Een ander aspect van molens is dat ze alleen elektriciteit leveren als de windsnelheid méér is dan 5 à 6 m/s (windkracht 3 à 4), terwijl ze worden stop gezet boven 19m/s (windkracht 8) met de wieken in vaanstand. Een groot deel van de tijd leveren ze dus geen stroom, ook al waait het. Niettemin komt hun produktie faktor gemiddeld over een jaar uit op 22% voor molens op het land en 30% voor molens op zee (zie tabel 1).

Wat betreft het landoppervlak dat ze innemen geldt dat de molens niet in elkaars "windschaduw" mogen staan, daarom moeten ze afstand van elkaar houden. Vuistregel is dat ze 5x de rotordiameter uit elkaar moeten staan. Voor een windpark met molens met een rotor diameter van 80 m, betekent dat een landoppervlak per molen van $400 \times 400 \text{ m}^2 = \text{ca. } 160.000 \text{ m}^2 = 0,16 \text{ km}^2$ per molen van 2,5 á 3 MW per stuk.

(Dit is vrijwel gelijk aan het oppervlak dat zonnecellen innemen bij dit vermogen.)

David J.C.MacKay: Sustainable energy- without the hot air. Cambridge 2009 W.D'Haeseleer Energie voor nu en morgen 2005

De prijs van windmolens

Een prijsberekening voor windmolens wordt nogal bemoeilijkt door de ondoorzichtige subsidieregelingen die bestaan. De prijs voor een installatie is in ieder geval opgebouwd uit de prijs voor de bouw zelf en de prijs die betaald wordt voor de subsidie van de geleverde stroom gedurende de levensduur van de molen.

Er zijn meerdere kostenberekeningen voor het bouwen van een windmolenpark op zee. Het betrouwbaarst lijken de volgende vier:

1. Het ECN in Petten berekende in 2003 dat een windmolenpark op zee een investering vergt van 1,7 miljard € / GW
2. Het koninklijk Instituut van Ingenieurs berekende onlangs dat zo'n park een investering nodig heeft van 2,5 miljard € / GW
3. In Engeland berekende MacKay voor de bouw 1,6 miljard € / GW
4. Voor de geplande bouw tot 2020 van 8 GW op zee en 4 GW op land heeft het ministerie 20 miljard begroot. (Udo)

Gezien het bovenstaande lijkt een prijs van 1,8 miljard / GW in de rede te liggen.

Het rendement op zee is 30% (nivo 2008) zodat het aantal kWh/ jaar per GW gelijk is aan $8760 \text{ h} \times 0,3 \times 1 \text{ GW} = 2628 \text{ GWh}$. Bij een subsidie van 0,1 € / kWh over 10 jaar komen we uit op een totaal subsidiebedrag van $10 \times 0,1 \times 2628 \times 10^6 = 2,6 \text{ miljard euro}$.

Per geïnstalleerde GW komen we dan uit op een prijs van 4,4 miljard euro. Omgerekend naar de gehanteerde norm, betekent dit een prijs van 1,67 miljard euro /1000GWh

Voor de conventionele centrale mét CO₂ afvang was een prijs berekend van 0,47 miljard / 1000 GWh. Daarmee is de windcentrale 3,6 x zo duur. De levensduur van een windmolen op zee wordt bepaald door de levensduur van de generator. Deze is 10 tot 15 jaar en daarmee is hij ca.1/4 van die van de conventionele centrale. Hierdoor komt de prijs van windmolenparken tenslotte uit op 14 x die van de conventionele centrale met CO₂ afvang.

Dit geldt alleen voor de bouw in de ondiepe kuststroken. Voor de bouw van molens in het 40 meter diepe deel kan men rekenen op een veel hogere prijs.

Hiermee is het kostenplaatje nog niet compleet, althans niet voor Nederland.

De wispelturigheid van het windaanbod maakt het nodig dat het windmolenpark gekoppeld wordt aan een buffer. Zolang er nog olie en gas is kan het bestaande elektriciteitsnet de pieken en dalen op te vangen. Dit betekent twee zaken: voor elke GW_{netto} geïnstalleerde windmolen moet eenzelfde hoeveelheid GW_{netto} aan conventionele centrale beschikbaar zijn. Bovendien moeten dat centrales zijn die snel op en af te schakelen zijn. Hiervoor komen alleen de gas gestookte centrales in aanmerking. En omdat er daar maar weinig van zijn, moeten er gasgestookte centrales bij gebouwd worden. Dat resulteert in een dubbele investering.

Momenteel zijn 7 gasgestookte centrales met een netto vermogen van 425 tot 480 MW_e , in aanbouw. Deze dienen slechts gedeeltelijk als buffer voor de windmolens, ze worden ook gebouwd om de jaarlijkse import van elektriciteit te verminderen.

Als er géén conventionele centrales meer zijn, blijft over de import uit het buitenland.

Net als bij de zonnecellen concluderen we ook hier dat de zeer hoge kosten van windenergie én het ontbreken van een goede buffer om het wisselvallige aanbod te compenseren, het onaantrekkelijk maken om deze vorm van elektriciteitsopwekking in aanmerking te laten komen voor de toekomstige elektriciteitslevering.

Generale conclusie

Kortom de conclusie is duidelijk: het is een idee fixe om te vertrouwen op zon en windenergie als vervangende energiebronnen voor de toekomst. We hebben het benodigde oppervlak niet, de zekerheid van energie levering is niet aanwezig en de investeringskosten zijn gigantisch hoog.

Dit betekent dat een regeringsbeleid dat gericht moet zijn op een geleidelijke vervanging van het huidige systeem van energieproductie door alternatieve methoden, er niet verstandig aan doet om een keus te maken voor wind- en zonnestroom.



Landschap met alleen zonnepanelen.