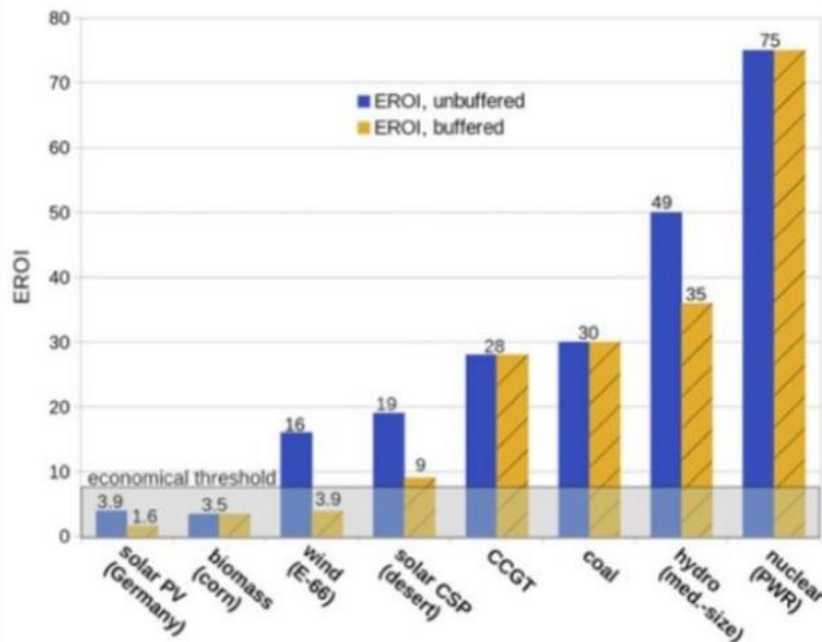


Wat deugt er niet aan windenergie?



Een bijdrage van **Fred Udo**.

Volgens het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) gaat de wereld binnenkort ten onder aan temperatuurstijging, veroorzaakt door een overmaat van CO₂ in de atmosfeer, afkomstig van het overmatig gebruik van fossiele brandstoffen.

De boven ons gestelden leiden hieruit af, dat zij de wereld moeten redden door in ons land in 10 jaar het gebruik van fossiele brandstoffen met de helft te verminderen en door in 2050 het gebruik van fossiel geheel te verbieden. Hiertoe is in 2019 het zogenaamde Klimaatakkoord afgesloten. Hierin staat, dat het elektrisch vermogen van wind op land moet toenemen van 3,5 GW in 2020 tot 15 GW in 2030. Gelijktijdig moet het vermogen van wind op zee groeien van 1 GW naar 11,5 GW. Dit alles en nog veel meer volgens het klimaatakkoord, dat zijn wettelijke basis kreeg in de klimaatwet, die met alleen de PVV en de FvD tegen, kamerbreed is aangenomen. In 2030 staat er dus 26,5 GW aan windvermogen tot onze beschikking.

Hierteenover staat een gemiddelde vraag naar elektriciteit in NL van 13 GW. Hoe deze twee getallen met elkaar in overeenstemming zijn te brengen staat niet in het klimaatakkoord.

De tekst van dit 239 pagina's lange document geeft ook niet de indruk, **dat er aan de klimaat Tafel "Energie" veel over de technische en financiële mogelijkheden en moeilijkheden is nagedacht**. Dit is van het grootste belang, want met wind- en zonne-energie wordt een nieuw element in het stroomnet geïntroduceerd, namelijk aanbodgestuurde elektriciteit. Dit is een begrip dat aangeeft, dat er stroom geleverd wordt als er wind is, maar dat de hoogte van de productie niet samenhangt met de vraag naar stroom.

Dit is strijdig met de grondslagen van het bestaande systeem dat werkt door middel van grote vraaggestuurde generatoren en een koppelnetwerk over het hele land. Het feit, dat door het ontbreken van opslag van elektriciteit vraag en aanbod op ieder moment in evenwicht moeten zijn, maakt de leveringszekerheid van 99,99% tot een van de mooiste resultaten van het werk van generaties ingenieurs.

De regering rekent in overeenstemming met EU-afspraken alsof elk kilowattuur windstroom de brandstof spaart van een kilowattuur fossiel opgewekte stroom. Deze afspraak noemen wij de Brusseldoctrine.

De doctrine houdt in, dat windstroom altijd geheel in het net kan worden opgenomen zonder dat er rendementsverliezen optreden in de klassieke centrales. Deze doctrine is net zo dwaas als het overheidsstandpunt, dat verbranden van hout geen CO₂ uitstoot oplevert.

Dit artikel toont aan, dat windenergie zowel de betrouwbaarheid als de betaalbaarheid van de stroomvoorziening in negatieve zin beïnvloedt. Dit geldt wanneer windstroom in ons stroomnet wordt ingevoerd zonder een mogelijkheid tot grootschalige opslag van energie.

Het gelijkstellen van aanbodgestuurde windstroom aan vraaggestuurde klassieke stroom is een fundamentele fout, die een realistisch debat over het nut van windenergie in de weg staat. De promotors van windenergie zien de "waterstofeconomie" als oplossing van het opslag probleem, maar een nadere beschouwing van deze optie laat zien, dat in de transformatie van windstroom naar bruikbare stroom via waterstof twee derde van de windstroom verloren gaat. De kosten voor deze dubbele transformatie (stroom naar H₂, opslag van H₂ en H₂ naar stroom) overtreffen de kosten van windstroom met een factor 10.[1]

Rest het opvangen van de variaties van windstroom door het bijregelen van de fossiele centrales. Deze optie wordt nu algemeen toegepast en leidt tot aanzienlijke, maar grotendeels verborgen systeemkosten. Deze systeemkosten worden in het openbare debat niet besproken.

Er zijn vele zaken in de energietransitie, die verborgen blijven. Een ervan is subsidieloze wind op zee. Wind op zee wordt nu gepromoot als subsidie vrij, maar behalve de niet opgevoerde aansluitkosten zijn er meer verrassingen in petto.

In het klimaatakkoord worden ondernemingsrisico's voor wind op zee effectief afgedekt want op pag 161 staat:

Voor de realisatie van 49 TWh (circa 11,5 GW) aan windenergie op zee en eventuele verdere groei voor 2030 spreken partijen af dat:

i. Rijksoverheid en windsector elke 5 jaar inventariseren of er systemische aanpassingen nodig zijn om te komen tot een succesvolle business case voor WOZ.

Dit betekent, dat al de heisa over wind op zee zonder subsidie is gebaseerd op drijfzand.

Dit artikel bespreekt de systeemkosten van windenergie, die voortvloeien uit de grilligheid van de windsterkte.

De indeling is als volgt:

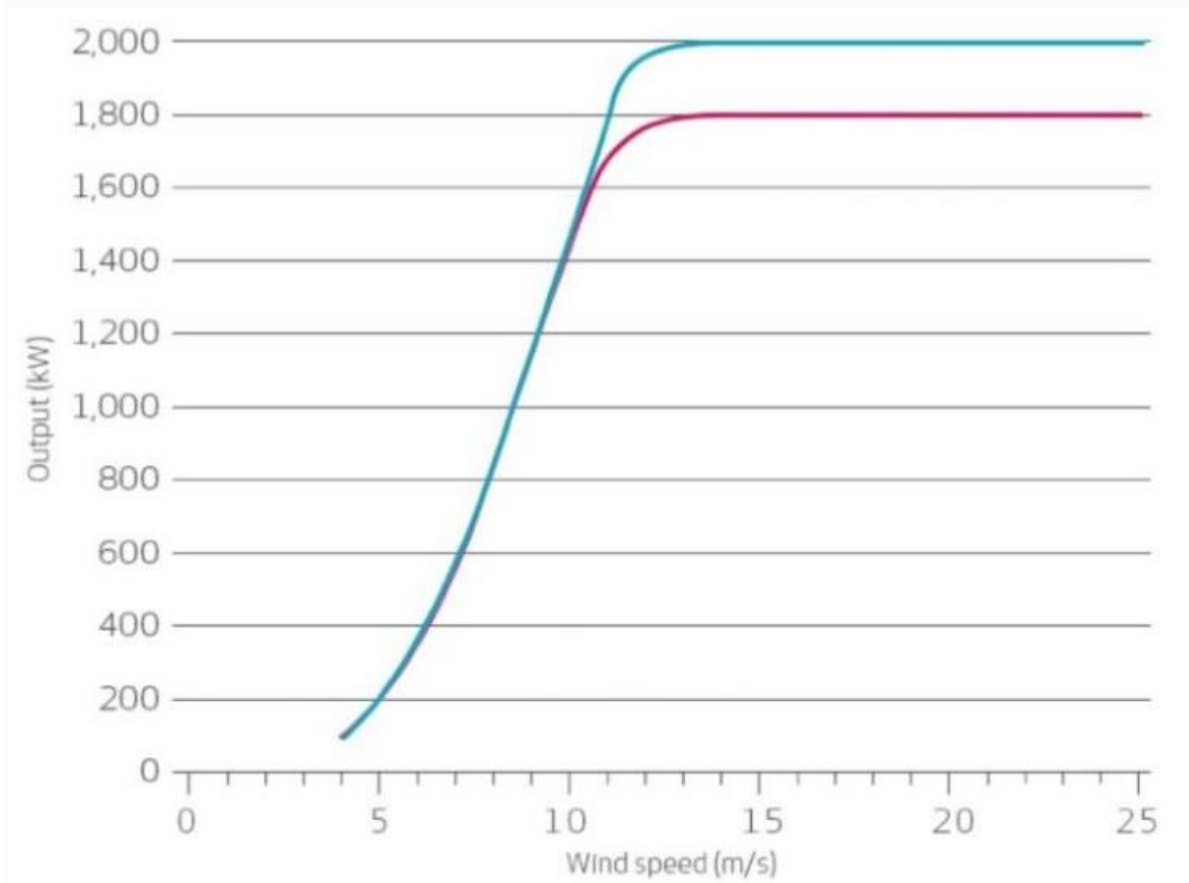
1. De eigenschappen van windenergie.
2. De inpassing in het net (*curtailment*).
3. Het rendementsverlies van klassieke centrales.
4. De economische waarde van windstroom.
5. De maatschappelijke gevolgen.

1. De eigenschappen van windenergie

De natuurkunde leert ons, dat de energie-inhoud van een luchtstroom toeneemt met de derde

macht van de windsnelheid. De gevolgen hiervan zijn te zien in figuur 1, die de stroomproductie in kilowatts van een windturbine met 1,8 of 2 MW vermogen toont als functie van de windsnelheid.

Bij 5 m/sec (matige wind) levert de turbine 200 KW, bij 2 maal die windsnelheid wordt 1600 KW geleverd. Twee maal de windsnelheid = 8 maal de hoeveelheid stroom.



Figuur 1: De vermogenscurve van een 2 MW windturbine.

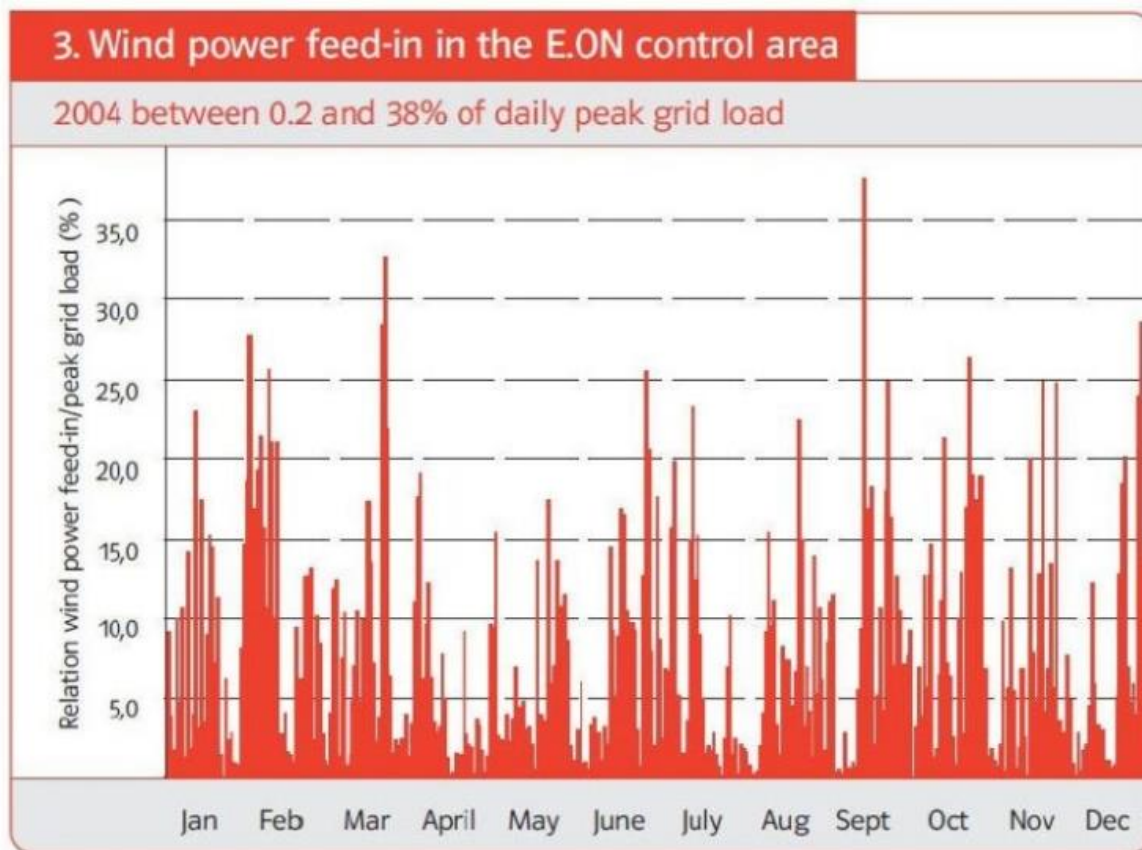
De figuur toont hoezeer de stroomproductie afhankelijk is van de windsterkte. Middelt de stroomproductie uit, als wij veel windturbines spreiden over een groot oppervlak?

Verskillende publicaties [2] [3] laten zien, dat windturbines spreiden maar een beperkt effect heeft.

In ref.[3] laat Capell Aris zien dat spreiding over the UK maar weinig oplevert. Hij komt tot de volgende onthutsende getallen:

The analysis is based on a model UK wind fleet of 10 GW distributed over the UK.

- Power exceeds 90% of installed power for 17 hours
- Power exceeds 80% of installed power for 163 hours (1 week)
- Power is below 20% of installed power for 3448 hours (40%)
- Power is below 10% of installed power for 1519 hours (17%)



Figuur 2 toont het verloop van de som van een groot deel van de Duitse windstroom.

Het moge duidelijk zijn, dat windstroom zonder energieopslag of achtervang door klassieke centrales een onbruikbaar product is.

De Betz limiet

Moderne windturbines kunnen meer dan 40% van de aangeboden energie in de luchtstroom omzetten in elektriciteit. Dit is formidabel hoog als men weet, dat dit getal door de aerodynamica begrensd is tot 57% (De limiet van Betz). Op dit vlak is dus weinig winst te behalen. De enige factor die de opbrengst kan verbeteren is de hoogte van de molen en het daarbij behorende oppervlak dat door de wieken wordt bestreken. Groter en hoger dus. De grilligheid van de geproduceerde windstroom zal er niet door veranderen.

2. De inpassing in het net.

Door de variaties in de windsnelheid varieert de windstroomproductie tussen nul en het nominale vermogen bij windkracht 6 of hoger. Ref 2 laat zien, dat dit zelfs geldt voor alle windstroom opgewekt in Europa.

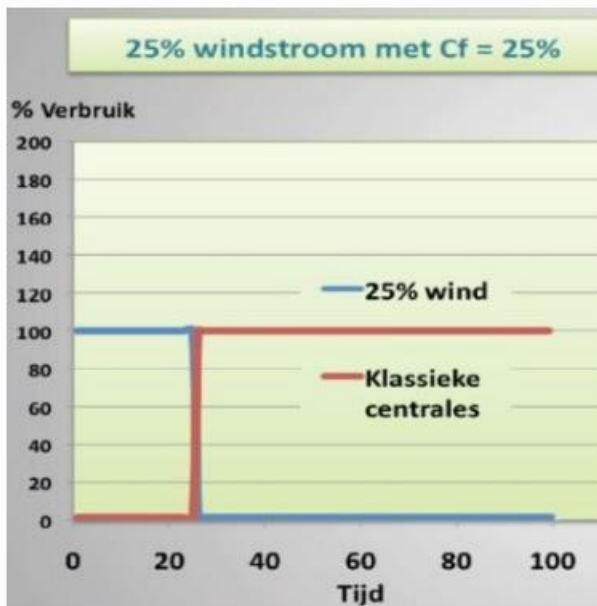
Ondanks het feit, dat er na uitvoering van het klimaatakkoord meer windvermogen zal staan dan ooit door het net kan worden opgenomen bagatelliseert het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) het niet in te passen aandeel windstroom tot 2% [4].

De inpassingsverliezen van windstroom in het net zijn afhankelijk van de bijdrage van wind in de totale hoeveelheid stroom, die in het net gevoed wordt. Wanneer het percentage windstroom in het net gelijk wordt aan de capaciteitsfactor van de zwaaiपालen, dan wordt een harde grens bereikt.

Dit kan met een model duidelijk worden gemaakt.

2A Een eenvoudig model

Een molen levert gemiddeld over een jaar een kwart van zijn nominale vermogen. Willen wij nu gemiddeld 25% van de stroomvraag dekken met wind, dan moeten wij dus een windvermogen opstellen gelijk aan 100% van de stroomvraag.



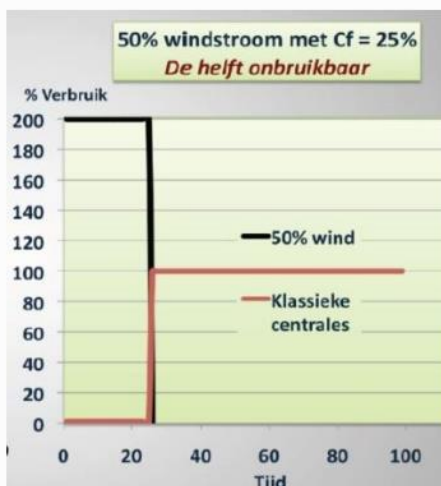
Figuur 3A laat de stroomvoorziening zien voor een periode van 100 dagen.

De wind waait de eerste 25 dagen hard en de overige dagen is de wind te zwak om stroom mee te produceren.

Figuur 3A: De windstroom dekt de eerste 25 dagen de stroomvraag en de overige 75 dagen moeten de oude centrales het doen.

Conclusie A: Het bestaande vermogen moet in bedrijf blijven, als wij alle 100 dagen stroom willen.

Nu wil men het windaandeel vergroten tot 50% van de stroomvraag door tweemaal zoveel molens op te stellen, Wat er dan gebeurt staat in figuur 3B



Figuur 3B: In de windperiode overtreft de windstroomproductie nu de vraag met een factor 2, maar het net kan de helft niet opnemen.

Conclusie B: Het maximale aandeel wind is gelijk aan de capaciteitsfactor.

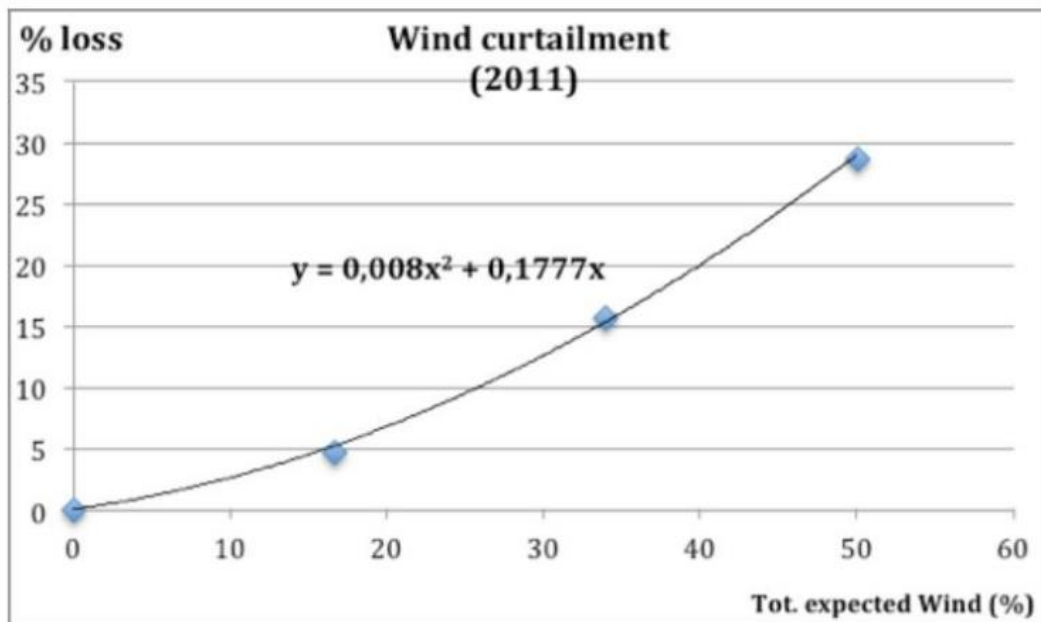
In beide gevallen: 25% windstroom, 75% centrales. Het extra windvermogen voegt niets toe. Het model zegt, dat een bovengrens voor het aandeel wind in een klassiek net gelijk is aan de capaciteitsfactor Cf.

Dit is een sterk vereenvoudigd model van de werkelijkheid, maar hoe gaat dit in de praktijk?

2B. De praktijk

De term voor het weggooien van niet in te passen stroom is *curtailment*.

Tot voor kort publiceerde Eirgrid een toegankelijke database met gegevens van de totale stroomvraag, de windstroom en de berekende CO2 uitstoot voor intervallen van 15 minuten. Daaruit was het mogelijk om de inpassingsverliezen te berekenen uit de praktijkgegevens van Eirgrid. De analyse is te vinden te vinden in [5]



Figuur 4 De inpassingsverliezen als functie van het windaandeel.

In figuur 4 is het resultaat van deze analyse weergegeven. Bij een windaandeel van 50% kan 30% van de windstroom niet ingepast worden in het net.

In het klimaatakkoord is 26,5 Gigawatt (GW) aan windvermogen voorzien, maar het gemiddelde stroomverbruik in Nederland is 14 GW.

Volgens de gegevens uit de Ierse praktijk zullen de inpassings verliezen zeker 30% bedragen. P.F. Bach laat op zijn website zien, dat de Deense stroomexport naar Zweden en Noorwegen direct samenhangt met de hoogte van de windstroomproductie.[6] in die landen vervangt de goedkope geïmporteerde windstroom de elektriciteit gewonnen uit waterkracht. Alleen door de export van elektriciteit is het mogelijk om in Denemarken veel windstroom te produceren.

Figuur 3 geldt dus niet voor Denemarken, maar wel degelijk voor Nederland. De NordNedkabel met een capaciteit van 800 MW zal de inpassingsverliezen niet essentieel veranderen.

3. Het rendementsverlies van klassieke centrales

Het Ierse stroomnet was een dankbaar object van studie naar de effecten van windenergie, want het is een klein en redelijk geïsoleerd systeem. Bij de netbeheerder (Eirgrid) heerste een zekere openheid over de resultaten van het inpassen van windstroom. Deze openheid is na publicatie van drie analyses van de gegevens nu vrijwel verdwenen.

De drie analyses zijn:

a. Het rapport van de Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI)

SEAI heeft de brandstof besparing door windenergie berekend met behulp van het PLEXOS programma. Dit programma wordt wereldwijd gebruikt om stroomdistributie netwerken te analyseren. In het rapport van de SEAI wordt met dit programma berekend hoeveel brandstof de Ierse windturbines bespaard zouden hebben in 2012. [7]

Een analyse van het rapport laat zien, dat op grond van de gegevens verstrekt door de SEAI een bijdrage van 16,2% windstroom maar 6,5% brandstof bespaart. [8] Het rendement van 16,2% wind is dus $6,5/16,2 = 0,40$

Dit resultaat is in goede overeenstemming met de conclusie van ref 11.

b. Besparing van gas

De conclusies getrokken uit het SEAI rapport worden bevestigd door een analyse van het effect van toenemende hoeveelheden windenergie op het gasverbruik van de Ierse gascentrales door Owen Martin. [9]

De samenvatting van dit artikel gaat als volgt:

- Ireland increased it's wind generation by 11% between 2012 and 2013.
- This resulted in a saving of 360 m3 of gas per MW of wind installed during 2013.
- Between 2013 and 2015 wind generation increased by 44%.
- This resulted in a saving of 160 m3 per MW of wind installed during 2014 and 15.
- This means that over double the wind farms had to be installed during 2014 and 2015 to achieve the same fossil fuel savings as in 2013.

c. De analyse van Wheatly [10]

Wheatly berekent voor 11% wind een brandstof besparing die 65% van de nominale besparing is.

Op grond van praktijkcijfers van Spanje, Colorado en Ierland wordt in [11] berekend, dat meer dan 60% van de brandstofbesparing verloren gaat door rendementsverliezen in de fossiel gestookte centrales. De conclusie in [12] luidt als volgt voor de inpassing van 15 tot 20% windstroom:

The effects of curtailment, grid accomodation losses and self-energy are discussed. It is shown from performance data, that these three factors reduce the fuel saving due to wind energy to less than 38% of the nominal saving.

Hiermee is aangetoond, dat de Brussel doctrine niet geldt voor windstroom gevoed in een fossiel gestookt elektriciteitsnetwerk. De brandstofbesparing van 26,5 GW windstroom zal ongeveer een derde van de nominale brandstofbesparing zijn.

Stelling.

Het inboeken van CO2 besparing door de geleverde windenergie te vermenigvuldigen met de specifieke CO2 uitstoot van klassieke centrales is grootschalige fraude. Hiermee worden honderden miljoenen verdiend in de CO2 emissiehandel en in de groene stroomhandel.

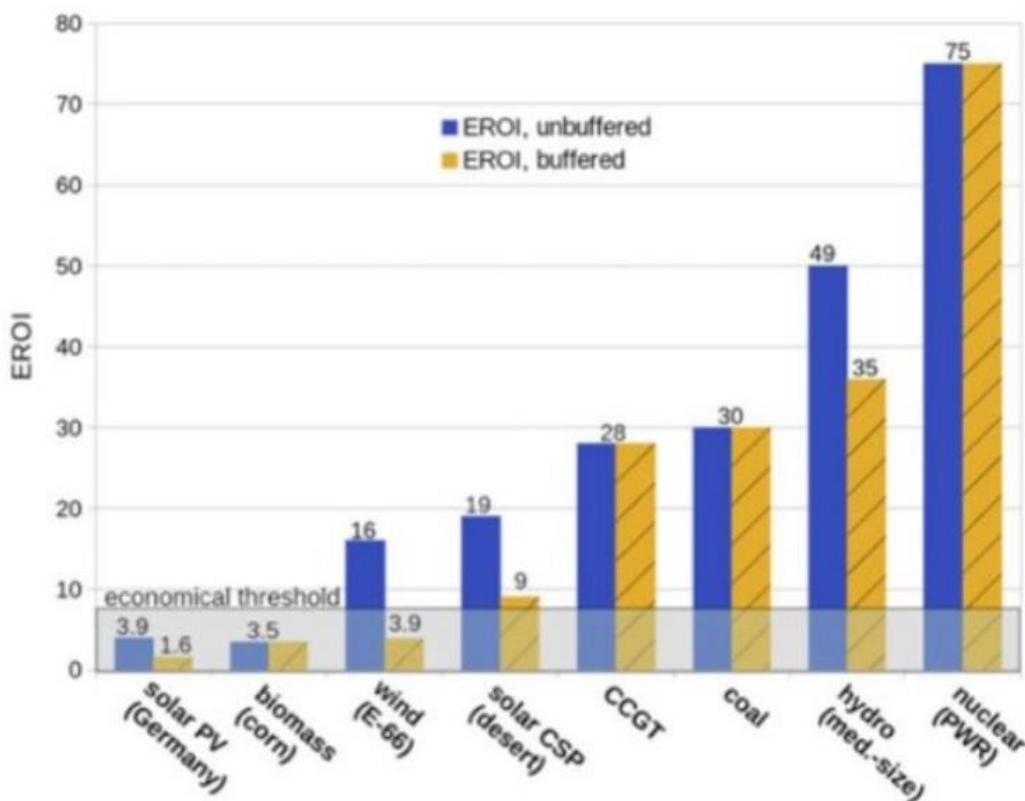
4. De waarde van windstroom.

4A De "Energy Return on Energy Invested"

Er is veel discussie over het energetisch rendement van windenergie of, anders gezegd, is een windturbine in staat om in redelijke tijd zijn eigen energie terug te verdienen?

De "Energy Return on Energy Invested" of EROI is de verhouding tussen de totale energie, die de generator oplevert en de energie nodig om de generator te bouwen en te bedienen. De windindustrie stelt de EROI van zijn turbines op 15 tot 20, maar de bekendste publicatie over dit onderwerp [12] reduceert deze waarde tot 3 door het meetellen van de benodigde buffering.

Hierbij moet worden opgemerkt, dat wil een energieopwekking een nuttige bijdrage aan onze maatschappij kunnen leveren, de EROI minstens 7 moet bedragen. Een overzicht van de EROI van de verschillende technieken van energieopwekking geeft een goed idee van de verhoudingen.



Figuur 5: De EROI van verschillende systemen van energieopwekking (overgenomen uit ref. 13).

De berekening van EROI is notoir moeilijk, omdat de grenzen van de gebruikte energie en de waarde van de geleverde stroom niet vastliggen. Dit laatste volgt uit het feit dat de systeemkosten afhangen van de hoeveelheid windstroom die in het net wordt opgenomen.

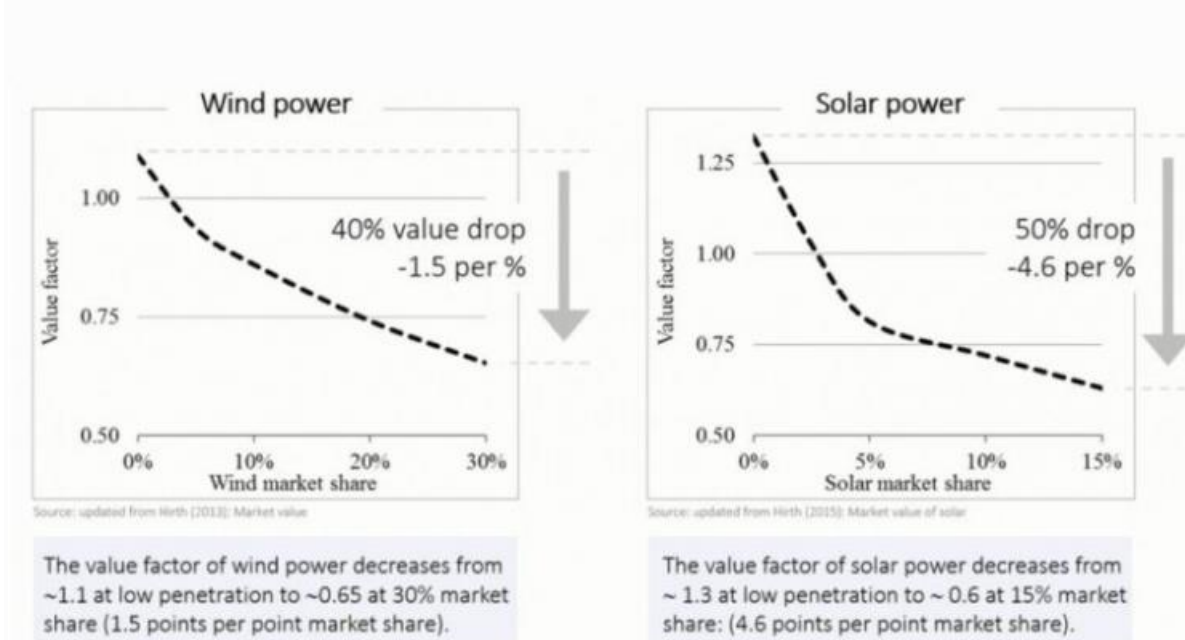
4B De economische benadering.

□ Er zijn 2 oorzaken waarom bij een grote bijdrage van windstroom de opbrengst van windstroom lager is, dan de gemiddelde stroomprijs. □ □

A. De stroomprijs varieert met de vraag, maar het aanbod van windstroom volgt dit niet, dus er wordt relatief veel windstroom geproduceerd, wanneer de prijs laag is. Het Planbureau bedacht hier de naam profieffect voor.

B. Er staan nu twee stroomgenerator systemen, dus wanneer het hard waait is er een overaanbod van elektriciteit onafhankelijk van de actuele vraag naar stroom. □ □ Het laatste blijkt duidelijk uit figuur 6, die ontleend is uit een modelberekening van Hirth [13].

De vertaling van het Engelse "value factor" in de figuur is de waarde van wind- resp. zonnestroom. De waarde van zonnestroom is 3 maal lager dan de waarde van windstroom bij gelijke bijdrage aan het net. De oorzaak van de snelle waardevermindering van zonnestroom met het marktaandeel komt door de lage capaciteitsfactor van zon. Deze is 10% vergeleken met 25% voor windstroom..



Figuur 6. De waarde van wind en zonnestroom als functie van de bijdrage in het net.

Een berekening, die eenvoudiger is dan de berekening van de EROI en beter aansluit bij de dagelijkse praktijk, is de economische terugverdientijd via investering in en opbrengsten van windturbines met uitsluiting van subsidies en belastingvoordelen, die de regering zo gul uitstrooit over de windboeren.

De berekening [14] maakt een schatting van de terugverdientijd van windturbines in het Nederlandse stroomnet met 26,5 GW windvermogen zoals geprojecteerd in 2030. Dit is gedaan door de investering te vergelijken met de hoeveelheid en de kwaliteit van het product windstroom afkomstig van 26,5 GW windvermogen. Voor de eenvoud van de presentatie is afgezien van het bijtellen van alle bijkomende kosten, die in de loop van de levensduur van de windturbines gemaakt worden. De berekening toont, dat uitgaande van een investering van 1,4 miljoen euro per MW volgt, dat de terugverdientijd van een windturbine op land 36,6 jaar is.

In 2012 bracht de OECD een rapport uit [15] waarin werd berekend, dat bij een bijdrage van 30% wind in Europa de systeemkosten voor het opnemen van windenergie \$25 tot \$44 per MWh bedragen.

Rekenen wij met de systeemkosten van \$25 per MWh als gegeven in het OECD-artikel, dan is de conclusie dat een windturbine op land zijn investering nooit terug verdient.

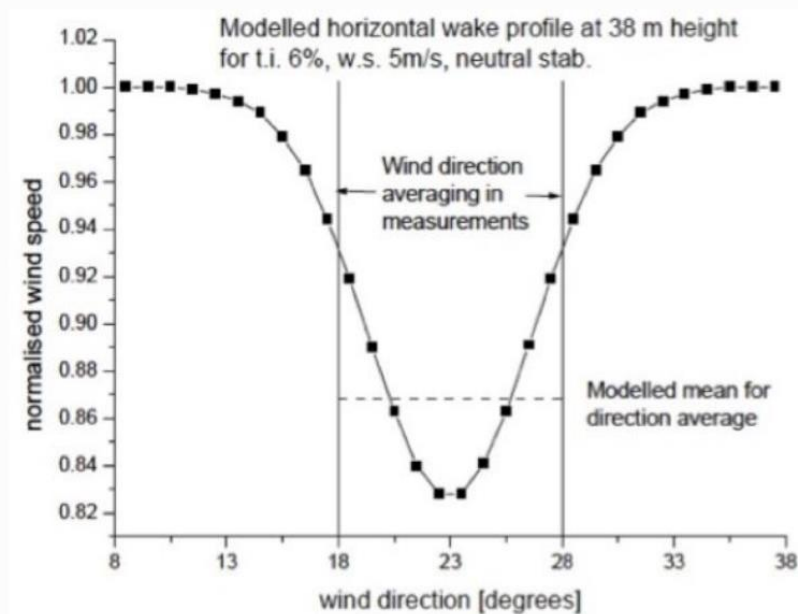
Naar aanleiding van dit resultaat zijn Kamervragen gesteld aan minister Wiebes. De antwoorden waren onrealistisch en ten dele onwaar, maar zelfs met de getallen van de minister verdient een windturbine zijn geld niet terug. [16]

5. De maatschappelijke gevolgen.

Het PBL gaat in de verkenning tot 2030 uit van het opstellen op land van 2500 molens van 4 MW elk. Het klimaatakkoord verhoogt dit zelfs tot 11,5 GW. Wat betekent dit voor de bewoonbaarheid van ons land?

In het voorgaande is aangetoond, dat het grootschalig plaatsen van windturbines in de toekomst tot economische zelfmoord zal leiden, maar de schade aan de leefomgeving buiten de steden is nu al groot. De energiedichtheid van wind is klein, dus de installaties om deze energie te winnen moeten per definitie groot zijn. De molens, die nu worden geplaatst hebben een tiphoogte van meer dan 200 meter.

Het Deense onderzoekscentrum Risø heeft de windschaduw achter een turbine gemeten en figuur 7 toont een resultaat. Na 9,6 wiek-diameters is de gemiddelde afname van de windsnelheid 13%. Dit vertaalt in een afname van de stroomproductie voor een molen op die positie van 40%.



Figuur 7: Molens op een kluitje zetten kan niet.

De Vestas 4,2 MW machines hebben een wiek diameter van 147 meter en een masthoogte van minimaal 140 meter. De tiphoogte gaat dus ruim boven de 200 meter. De afstand tussen twee van deze monsters moet volgens de metingen van Risø minimaal 1400 meter bedragen. Een terrein met 2500 molens van 4 MW beslaat dus 5000 km² ofwel 20% van Nederland.

Deze 2500 molens wekken bruto ongeveer 4% van het Nederlandse energieverbruik op. Netto is de bijdrage tussen de 1 en 2%, gezien de systeemeffecten besproken in de paragrafen 2,3 en 4

Een vrije ruimte van 70 x 70 km² bestaat niet in Nederland, dus moeten de molens over kleine clusters verdeeld worden. Dit maakt het ruimtebeslag aanzienlijk groter, omdat om een windterrein een bewoners vrije zone van minstens een kilometer moet worden aangehouden. Door het opsplitsen zal het ruimtebeslag vrijwel verdubbelen.

De Nederlandse overheid vindt, dat een afstand van 400 meter tot de dichtstbijzijnde bewoning meer dan genoeg is zowel wat leefomgeving als het geluidsniveau betreft. De wet is doof voor het geproduceerde geluid, ongevoelig voor het gevaarlijke infrageluid en blind voor slagschaduw en horizonvervuiling.

In Drenthe en Groningen zijn eerbare burgers al overgegaan tot sabotage en bedreiging van exploitanten. In een gebied waar honderden megawatts aan windvermogen gepland worden is 85% van de bevolking fel gekant tegen de windturbines.

De voorzitter van een van de 136 lokale actiecomités tegen zwaaiपालen zei op 30 maart 2019 op radio 1, dat de bevolking in die regio alle vertrouwen in de rechtsstaat heeft verloren door het plaatsingsbeleid van windturbines. Hij verklaarde verder, dat de oude feodale verhoudingen weer waren teruggekeerd dank zij de zwaaiपालen. De herenboeren hebben de lusten, de bevolking ziet de waarde van zijn huis rap dalen of zelfs onverkoopbaar worden. De doorrekening van het klimaatakkoord door het PBL waardeert de maatschappelijke effecten op nul euro.

PBL is de afkorting voor: Plan Bureau voor de Leefomgeving (!).

Tot slot

De dodelijke gevolgen van windturbines voor de vogelstand en de vleermuizen worden in dit artikel niet besproken. Wat kost een vogel?

Het menselijk leven vóór de industriële revolutie was, zoals de filosoof Thomas Hobbes het beschreef: 'eenzaam, armoedig, afschuwelijk, beestachtig en kort'. En na de groene revolutie?

Naschrift

Uit bovenstaande artikelen over zon en **windenergie** blijkt, dat grootschalige toepassing van deze technieken voor het voorzien in onze **energie**behoefte zal leiden tot een substantieel welvaartsverlies voor de burger van NL plus een transformatie van een groot gedeelte van ons land tot windenergieterrein Dit is welsprekend verwoord in het klimaatalarm van de hand van C. Le Pair []. De verhoging van de energiebelasting is nog maar het begin 17 van de grootschalige overheveling van welvaart van arm naar rijk. Daar doen sussende woorden van Rutte c.s. niets aan af. Welvaartsverlies wordt het eerst in de portemonnee gevoeld, daarna in verlies van kwaliteit van de verzorgingsstaat.

De argumenten tegen grootschalige toepassing van zon en wind genoemd in het klimaatalarm worden in dit artikel bevestigd. Grootschalige zon en wind leiden niet tot de gewenste vermindering van de CO₂ uitstoot. Hiermee vervallen de argumenten om elektrisch te gaan rijden of huizen te verwarmen met warmtepompen.

Het is aan de voorstanders van de energietransitie om te bewijzen, dat de voorgestelde maatregelen leiden tot een betrouwbare en betaalbare energievoorziening.

Bron: <https://www.climategate.nl/2020/04/wat-deugt-er-niet-aan-windenergie/>

