

Via windenergie besparen op brandstof (en CO₂-uitstoot)? Vergeet het maar

Van de argumenten om ons windenergie op te dringen is de verwachting dat hiermee bespaard kan worden op brandstof: als de wind waait hoef je immers geen kolen of gas te verstoffen? En op basis van die verwachting hopen allerlei partijen miljarden binnen te slepen via de handel in emissiecertificaten. FRAUDE! zegt natuurkundige Fred Udo! er ligt allerlei wetenschappelijk materiaal dat laat zien dat de megalomane Nederlandse windambities geen spat CO₂-uitstoot zullen besparen... misschien zelfs zorgen voor méér CO₂-uitstoot. Op de Ontgroeningsdag presenteerde Udo zijn bevindingen.

Dames en heren,

Onze beleidsmakers zijn vastbesloten om de wereld te redden van de ondergang door massaal windmolens in te zetten voor onze elektriciteitsvoorziening.

In 2020 moet 20% van onze elektriciteit duurzaam opgewekt worden en dat zal vooral gebeuren door het installeren van in totaal 12 GWatt windvermogen: 4 GWatt op land en 8 GWatt op zee.

De installatiekosten zullen in totaal 20 miljard euro bedragen, of 2 miljard per jaar.

Er wordt hard aan gewerkt getuige de enorme installaties, die voorbereid worden om het dorp Urk visueel van de buitenwereld af te sluiten. Met dezelfde overtuiging wordt de kop van Noord-Holland in een stekelvarken veranderd middels 300 MW aan molens.

Deze voordracht behandelt niet de grootschalige aantasting van ons landschap, maar kijkt naar het rendement van dit soort investeringen. Zoals de titel zegt: Besparen windmolens brandstof?

Normaal gesproken zou voor dergelijke investeringbeslissingen uitvoerig gekeken worden naar de technische mogelijkheden en het rendement van een dergelijke onderneming, maar de overheid heeft wat dit betreft geen goede reputatie opgebouwd.

Windmolens horen thuis in het rijtje: de metro in Amsterdam, de Betuwelijn, de HSL.

Ook voor windenergie wordt zonder nadenken de portemonnee van de belastingbetaler getrokken.

Het moge duidelijk zijn, dat de windmolenlobby er alles aan gelegen is om kritische geluiden hierover te overstemmen gezien de enorme financiële belangen die hiermee gemoeid zijn.

Dit leidt tot vreemde resultaten.

1. De discussie in Nederland.

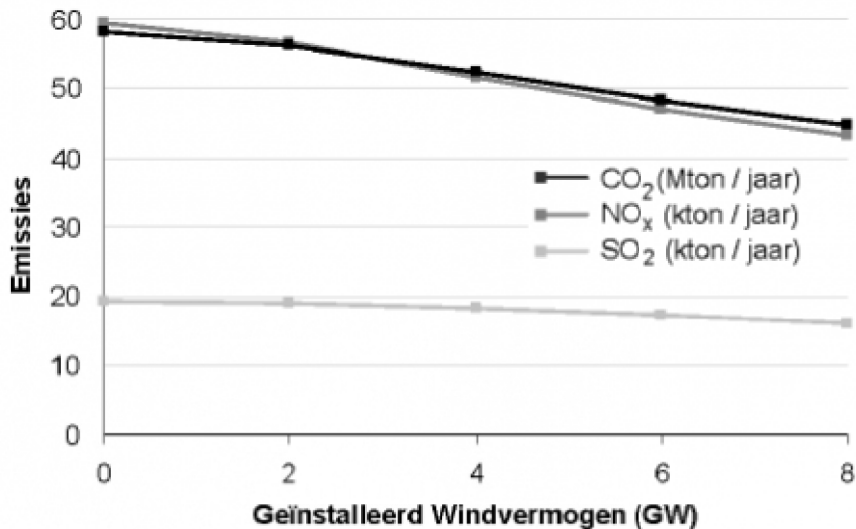
De afdeling windenergie van de TU Delft wordt geleid door prof dr. ir. G.A.M.van Kuik en prof. ir. W. Kling. Deze afdeling heeft een rapport gepubliceerd over inpassing van grootschalige windenergie in het Nederlandse net.

B.C. Ummels. R.L. Hendriks en W.L. Kling

"Inpassing van grootschalig windvermogen op zee in het Nederlandse elektriciteitsvoorzieningsstelsel" Delft 20 Feb. 2007

B.C. Ummels Proefschrift Delft 2009

De conclusies over de CO₂ uitstoot zijn vervat in figuur 16 van het rapport..



Figuur 16 Emissie-uitstoot door de Nederlandse elektriciteitsvoorziening bij verschillende penetraties windvermogen

Dezelfde figuur, maar dan geëxtrapoleerd tot 12 GW windvermogen, vinden wij in het proefschrift van Ummels, een van de auteurs van het rapport.

Uit de helling van de figuur kan worden afgeleid, dat de auteurs rekenen met een besparing van 535 kg CO₂ per MWh geproduceerde windenergie. De grafiek heeft een lineair verloop, dus de besparing per geleverde megawattuur is volgens deze auteurs onafhankelijk van de hoeveelheid beschikbaar windvermogen. De conclusie is dus, dat het exploiteren van vele gigawatts windvermogen geen invloed heeft op het rendement van de klassieke centrales.

Op de eerste pagina van zijn proefschrift schrijft Dr. Ummels:

*"The integration of wind energy in the Dutch system would provide a reduction of the operating cost of the system as a whole of 1.5 billion euro a year. This is **because the wind is free**, while coal and natural gas are not. By using less coal and natural gas, also the emission of CO₂ decreases by 19 million tons a year"*

Dit zijn forse conclusies, die best een budget van 2 miljard per jaar rechtvaardigen.

De gemiddelde lezer/ambtenaar komt niet veel verder dan de eerste pagina, dus hij zal nooit weten, dat op pagina 139 het citaat herhaald wordt met de volgende zin erachter:

*"These benefits are dependent on fuel prices, the conventional generation mix, electricity consumption, the yearly wind regime, the international market design, interconnection capacity, etc. **but are considerable in any case**".*

De getallen in het eerste citaat zijn dus illusoir in de ogen van de auteur zelf. Het citaat stelt, dat wind niets kost, maar trekken wij deze zienswijze door, dan komt gas ook gratis uit de grond.

Net zomin als gas is windenergie gratis, want zonder een subsidie van 10 cent per kilowattuur draait er geen molen op zee. De "besparing" van 1,5 miljard euro aan brandstof is dus illusoir, maar de bijdrage van de overheid van 4,5 miljard euro per jaar om 12 gigawatt aan windmolens te laten draaien, is dat zeker niet.

Dr. Ummels is nu manager bij de afdeling windenergie van de firma Siemens.



Er zijn echter ook andere geluiden in bestuursland en wel van twee heel respectabele colleges.

De eerste die ik wil noemen is de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR).

De WRR heeft in 2006 een rapport uitgebracht:

"Klimaatstrategie – tussen ambitie en realisme".

Hierin staat een zeer kritische bespreking van windenergie met als conclusie, dat zonder grootschalige opslag van elektriciteit het aandeel van windenergie in de totale stroomvoorziening van ons land beperkt dient te

blijven tot enige gigawatt.

Het tweede rapport is van de Energieraad. Deze raad "adviseert regering en parlement over het te voeren energiebeleid". Het rapport "Brandstofmix in beweging" (2008) bespreekt de verdringing van basislast door windenergie.

Hierin staat, dat verdringing van essentieel vermogen ontoelaatbaar is, dus dat windenergie aan een plafond gebonden is. Zij concluderen, dat windenergie alleen op grote schaal toegepast kan worden als er opslagvermogen beschikbaar is. Vanwege kosten en technische moeilijkheden wordt deze mogelijkheid niet voor 2020 verwacht.

Er zijn dus twee regeringsadviezen, die beide met kracht waarschuwen tegen het overhaast inzetten van windenergie. Helaas deze "Inconvenient truth" wordt in den Haag en bij de windmolenlobby niet gehoord.

De beleidsbeslissingen worden niet genomen na kennisname van deze rapporten, maar op grond van vooroordelen en conclusies die volgen uit half gelezen wetenschappelijk onderzoek .

2. De discussie in België.

J. Soens heeft een proefschrift geschreven over inpassen van windenergie in het Belgische net.

Soens, J. Impact of wind energy in a future power grid. PhD Thesis. KU Leuven (2005).

Soens zegt daarin, dat er een maximum is aan de hoeveelheid windenergie die ingepast kan worden in het Belgische systeem. Wanneer het windenergievermogen uitstijgt boven 5% van de pieklast, dan gaat het systeem **meer** CO₂ uitstoten in plaats van minder.

Hierbij merk ik op, dat België beschikt over een 1100 MW waterkrachtcentrale te Coe, die als piekscheerder gebruikt kan worden.

Volgen wij de conclusie van Soens, dan kunnen wij in Nederland **zonder verliezen** tussen de 1 en 2 Gigawatt aan windenergie installeren. Dit is in flagrante tegenspraak met de conclusies van Ummels et al, die stellen, dat er in 2020 wel 12 GW aan windvermogen in het Nederlandse net gestopt kan worden.

3. Een kleinschalig voorbeeld.

Het volgende bericht stond in het Fin. Dagblad van 19 jan 2010:

"GE duikt in gat stroommarkt.

General Electric gaat samen met PowerBalance zeven kleine stroomcentrales ontwikkelen, bestemd voor de onbalansmarkt. De 7 centrales zullen elk een opwekcapaciteit hebben van 8 tot 10 MW."

Deze gasmotoren zijn in staat om snel te starten en om het geleverde vermogen aan te passen aan het geleverde vermogen van windmolens. Een combinatie kan dus een constant vermogen leveren. Stel wij ontwikkelen nu een schone centrale met 5 windmolens van 2 MWatt en een van deze gasmotoren. Deze vijf molens en een gasmotor van 10 MW kunnen samen altijd 10 MW leveren.

De productiefactor van de molens is 0,25, dus gemiddeld leveren de molens een kwart van de vereiste 10 Mwatt per uur. De gasmotor moet de overige 7,5 Mwatt leveren.

Een klassieke generator (gasturbine, gasmotor, dieselmotor) heeft een rendement (R) waarbij geldt, dat de hoeveelheid geleverde elektrische energie E_{el} gelijk is aan R maal de hoeveelheid verbruikte brandstof B. Hierbij meten wij de hoeveelheid brandstof in dezelfde maat als de elektrische energie namelijk megawattuur (MWh). Om de primaire energie te onderscheiden van de elektrische energie schrijven wij MWh(th).

Nu geldt dus de relatie: $E_{el} = R \times B$

Het rendement van de gasmotor is kleiner dan 30%, dus $R = 0,30$

Het primair energieverbruik voor 10 MWh is dan alleen het verbruik van de generator :

$$7,5MWh(= 0,30 \times MWh(th) ,$$

dus de hoeveelheid verstookte brandstof is:

$$7,5MWh(el)/0,30 = 25 MWh(th)$$

Betrekken wij dezelfde 10 MWh uit het net, dan wordt er brandstof verstookt met een rendement van 46% om die 10 Mwatt per uur te leveren

Het verbruik voor 10 MWh is nu:

$$10MWh/0,46 = 21,7 MWh(th) \text{ primaire energie.}$$

Het centraal opgewekt vermogen springt dus zuiniger met brandstof om, dan onze minicentrale.

Kleinschalige oplossingen met molens werken niet. Dit soort ondernemingen kost de gemeenschap alleen maar veel geld.

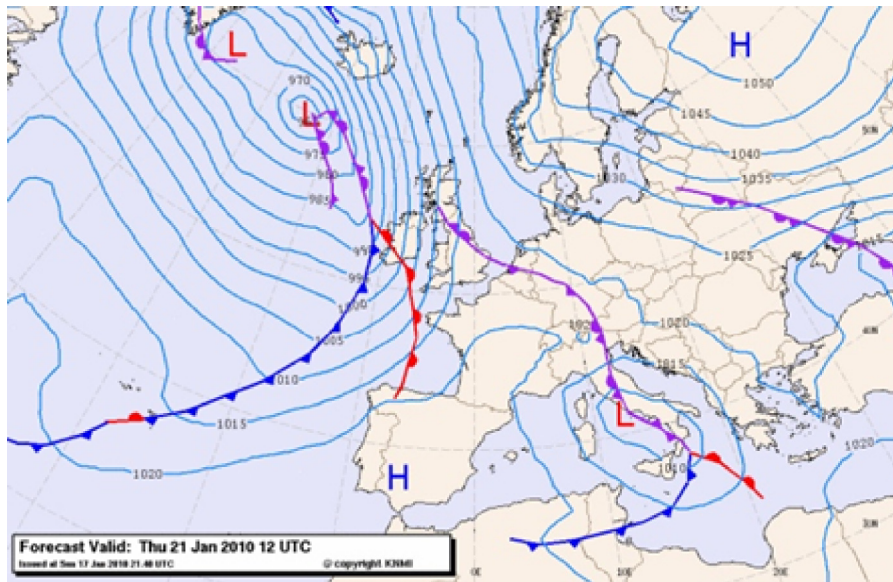
De integratie in het net is oneindig veel ingewikkelder, daar zijn vele studies aan gewijd, maar intuïtief kunnen wij al aanvoelen welke kant het op zal gaan gezien de discussie hierboven.

4. Een misverstand.

Er wordt in Nederland veel gedroomd over grote windparken op zee, die gekoppeld zullen worden met onderzeese kabels, zodat lokale variaties in het windaanbod opgevangen worden door andere molens ver weg, die in een andere wind staan. Men realiseert zich kennelijk niet hoe groot de weersystemen zijn, die ons weer bepalen.

Het welbekende Scandinavische hogedrukgebied is in staat om weinig wind te veroorzaken in een gebied van Stockholm tot Londen, waarbij dan de Noordzee en de Oostzee samen tot kabbelende plassen gereduceerd worden.

De veroorzakers van wind zijn de Atlantische depressies, die diameters van 500 tot 3000 km hebben.



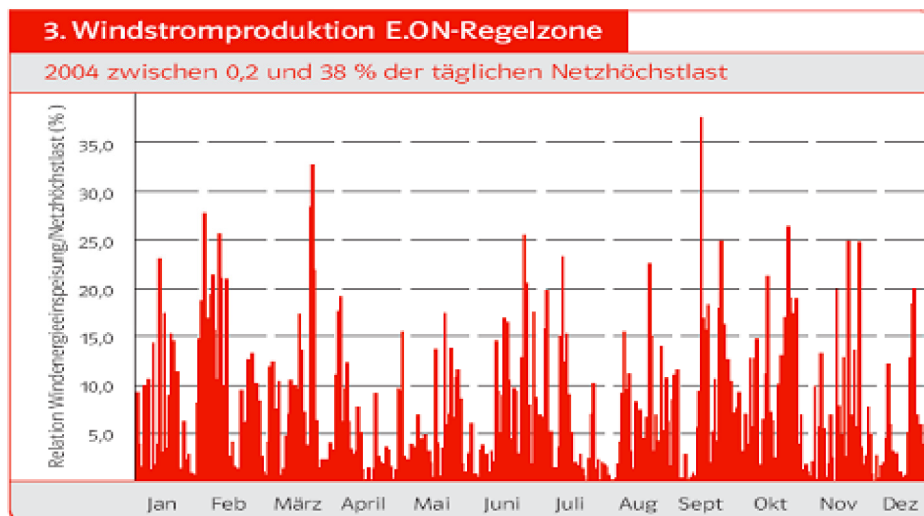
De afstand van de isobaren op de kaart laat zien, dat er op 21 januari weinig wind was in het hele gebied van Helsinki tot Londen. Het is dus een utopie om te verwachten dat door het koppelen van de windparken langs de Europese kust de fluctuaties van de productie zullen verdwijnen.

Een Belgische studie toont aan, dat spreiding van molens over een groot gebied (>100km) er wel toe bijdraagt, dat vermogensvariaties, die per molen 100% per uur kunnen zijn (zie hieronder) gedempt worden tot maximaal 30% per uur. Praten wij over de productie per dag, dan is de correlatie vrijwel 100%. In andere woorden: als de molens bij Oostende stoppen, dan stopt de productie in Egmond even later ook.

De Energieraad besteedt daar veel aandacht aan en stelt, dat bij een overschot in windenergie in Nederland de ons omringende landen met hetzelfde verschijnsel kampen.

Laten wij naar de feiten kijken.

De volgende grafiek toont hoe het totale windvermogen ook bij grote tot zeer grote aantallen windmolens varieert. De grafiek toont de productie van het gezamenlijke windvermogen van niet minder dan 7000 windmolens in Duitsland in het verzorgingsgebied van de E.ON.



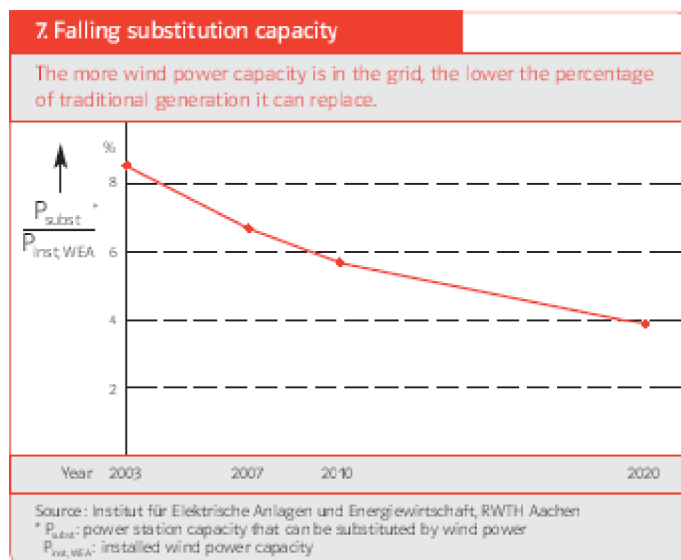
Deze 7000 windmolens staan verspreid van Noord tot Zuid Duitsland en hieruit blijkt dat de bewering dat wanneer men windmolens nu maar breed verspreid bouwt, zij gezamenlijk een constant vermogen zullen leveren niet waar is. De dagelijkse productie van 7000 molens varieert tussen 0,2% en 38% van de dagelijks benodigd vermogen. Weersystemen zijn groter dan Duitsland....

Hiermee is het idee van de zee als betrouwbare energieleverancier ontkracht.

5. Verdringing van klassiek vermogen.

Er wordt in Nederland ook veel onzin geschreven over de reservecapaciteit die nodig is om windvermogen te ondersteunen. De standaard bewering is, dat windvermogen klassieke centrales verdringt, liefst kolencentrales, want die leveren de meeste CO₂ op.

In het windrapport van EON uit 2005 zijn op pagina 9 gegevens over het benodigde reservevermogen te vinden



Deze grafiek zegt, dat bij grote windvermogens voor elke MW windvermogen er 0,95 MW klassiek vermogen standby moet staan.

*Er wordt dus bij installatie van windvermogen **geen** klassiek vermogen uit de markt genomen.*

Het tegendeel gebeurt, want naast de wilde plannen voor windenergie wordt in Nederland door een ander ministerie de bouw van vier kolencentrales voorbereid.

Daar zijn goede economische redenen voor, want kolen zijn goedkoop, de levering komt uit fatsoenlijke landen en er is genoeg voor minstens 200 jaar.

Geplande nieuwe kolencentrales

			Mwatt	Jaar
E.ON	Rijnmond	Kolen/biom.	1080	2012
NUON	Eemshaven	Kolen/biom/gas	1200	2011
RWE	Eemshaven	Kolen/biom.	1600	2012
Electrabel	Rijnmond	Kolen/biom.	800	2012

Binnenkort wordt dus 4680 Mwatt kolenvermogen toegevoegd aan het Nederlandse generatorpark. Dit zijn allen basislastmachines. Deze centrales zullen per jaar meer stroom aan het net leveren, dan

de gedroomde 12GW aan windmolens. Een nadeel van kolencentrales is, dat zij niet snel regelbaar zijn en het zijn "must run" machines.

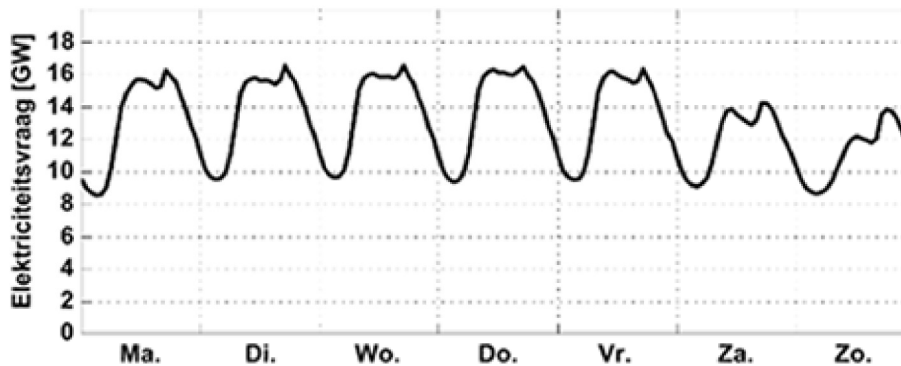
Men kan deze eenheden niet zomaar uitzetten. Deze centrales zijn dus niet geschikt om als tegenhanger van windvermogen te fungeren. De CO₂ uitstoot is 2 maal zo hoog als de uitstoot van een gascentrale, maar daar doet men wat aan door biomassa mee te stoken.

Laat de linkerhand niet weten wat de rechter doet..

6. Het dagelijkse verloop van de vraag naar stroom.

Het is algemeen bekend, dat het dagelijks verloop van de stroomafname pieken en dalen vertoont.

Hieronder staat het verloop van de dagelijkse vraag in een week. Onder speciale omstandigheden zoals extreem lage temperaturen kan de pieklast soms 20% hoger uitkomen.



De dalurenvraag wordt opgevangen door zogenaamde basislastcentrales.

Dit zijn eenheden, die men op korte termijn niet kan uitzetten en die lage brandstofkosten hebben. Het is de kunst van TenneT om de dalurenlast zo te verdelen, dat de "must run" centrales doordraaien en dat de brandstofkosten zo laag mogelijk blijven. Dit geeft een voorkeur voor kerncentrales en kolencentrales. Kerncentrales hebben extreem lage brandstofkosten, dus laat men ze zoveel mogelijk doordraaien.

Het gevolg is, dat er altijd een minimum aan vermogen moet worden afgenomen om het generatorpark goed te kunnen benutten. Wanneer de nu geplande 4 kolencentrales in bedrijf zullen komen, dan zal dit minimum vermogen meer dan 10 GW gaan bedragen.

Snelle variaties in de stroomvraag worden opgevangen door zogenaamde "piekscheerders".

Dit zijn enkelvoudige gasturbines, die binnen enkele minuten kunnen opstarten en snelle belastingvariaties kunnen volgen. Er is een goede reden om die eenheden zo min mogelijk te gebruiken, want het brandstofrendement ligt tussen de 25 en 30%.

Hieronder staat een rendementsdiagram van een aantal types centrales.

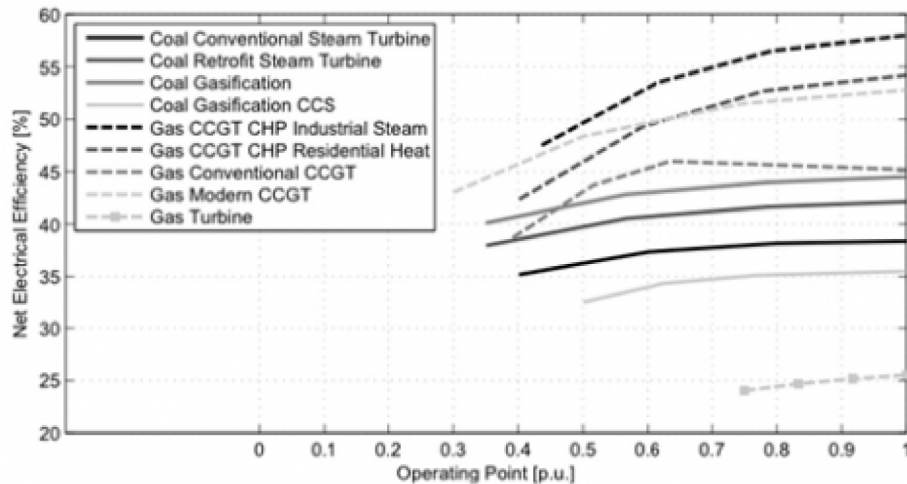


Figure 3.4: Net electrical efficiency curves of fossil generation technologies (illustration).

Helemaal onderaan staat het rendement van enkelvoudige gasturbines.

Het is duidelijk, dat de generatoren met het hoogste rendement het meeste te lijden hebben van het niet draaien op vollast. Het rendement van de beste generator gaat van 58% naar 47% als de belasting daalt van vollast naar 40%. De variatie van de vraag maakt, dat ook zonder de invloed van windenergie er een rendementsverlies optreedt, dat direct verband houdt met de variatie in de vraag naar stroom. De huidige mix van 70% gas en 30% kolen heeft een theoretisch rendement van 51%. In de praktijk zakt dit tot 46%.

Het is in hoge mate onzeker hoeveel rendementsverlies er in de praktijk gaat optreden door de aanwezigheid van windvermogen. De variaties in de vraag/aanbod worden aanzienlijk groter

Hier maken wij de aanname, dat het rendement door de grotere variaties in de belasting van 46% naar 42% gaat.

7. De inpasbaarheid van windstroom in het bestaande net.

Het proefschrift van Ummels bespreekt de situatie: veel wind en weinig vraag naar stroom.

In figuur 2.12 van het proefschrift geeft de auteur een analyse van de gevolgen van het inpassen van windenergie op de belasting van conventionele centrales. Dit gebeurt met een frequentiecurve.

Men neme 52 patronen van de weekbelasting en verdeelt die in tijdsintervallen van een kwartier. In totaal geeft dit waardes voor de stroomvraag voor elk moment van het jaar (8700 uur).

Deze worden gerangschikt naar afnemende vraag en produceren de belastingsduurcurve. Dit is de bovenste lijn in onderstaande figuur.

Behandelen wij nu het aanbod aan windenergie als negatieve vraag, dan kan elk van de punten van de curve gecorrigeerd worden voor de windproductie op dat moment.

Dit is gedaan voor 2,4,6,8,10 en 12 Gwatt windenergie. De resulterende vraaglijnen staan in de figuur.

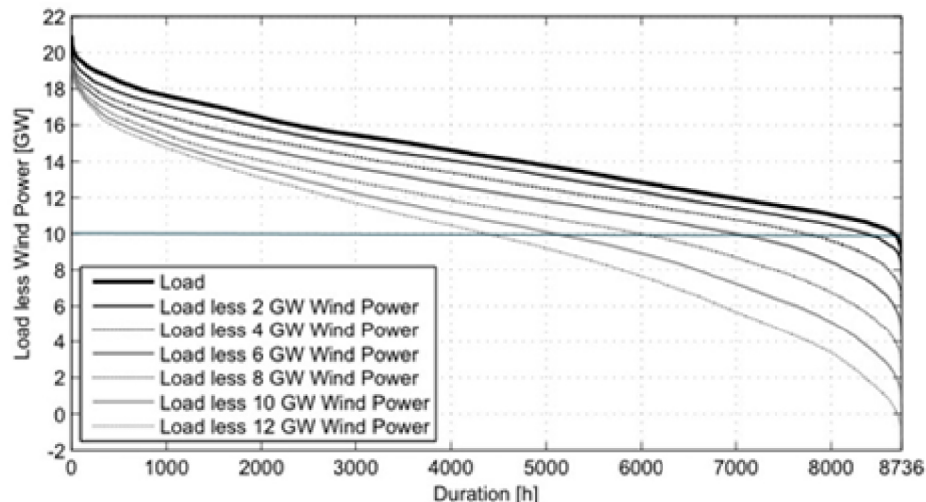


Figure 2.12: Load-less-wind power duration curves for 0–12 GW installed capacity.

Hieruit is te lezen, dat bij 12 GW windvermogen de belasting van de conventionele centrales gedurende de helft van het jaar beneden de laagst mogelijke belasting (10 GW) valt.

Zonder molens treedt deze minimumbelasting nooit op.

Dit betekent een overschot aan windstroom.

De enige oplossing hiervoor is export of het stilzetten van molens. Gezien het feit, dat de ons omringende landen in dezelfde situatie verkeren kan men vraagtekens zetten bij de exportmogelijkheden.

Uit de figuur volgt, dat ongeveer 60% van de opbrengst nuttig gebruikt kan worden.

In Denemarken bestaat deze situatie al jaren. In een interview vertelde een zagsman van het Deense ministerie van energie, dat windmolens 18% van de stroomproductie in Denemarken verzorgen.

Hiervan wordt 52% werkelijk aan het Deense net geleverd.

8. De grilligheid van windvermogen.

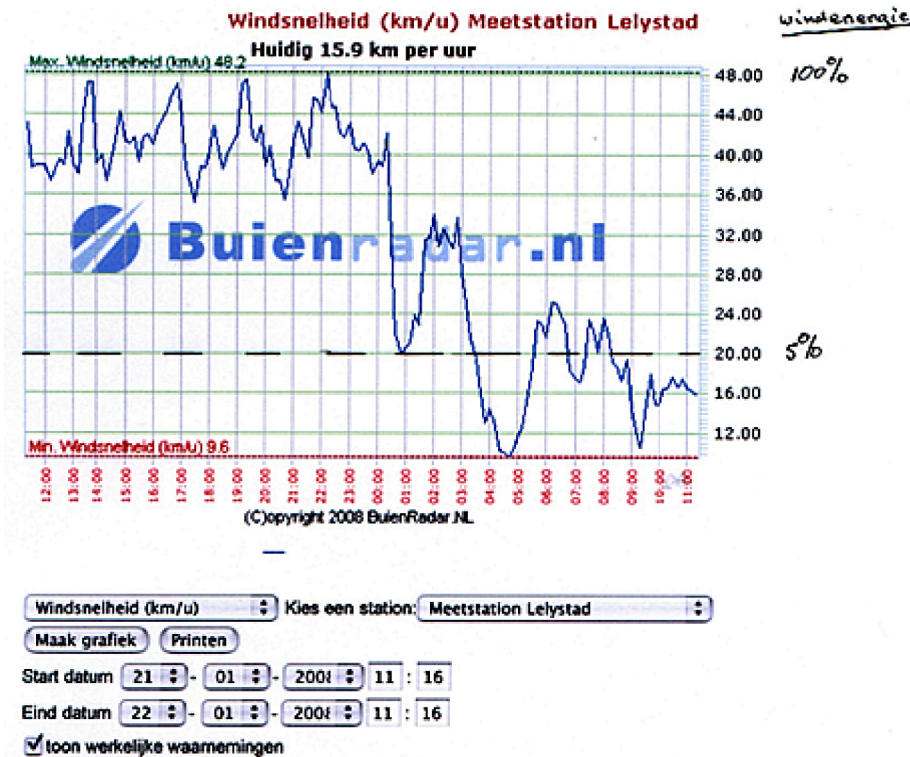
Het is de windindustrie er alles aan gelegen om de productie van stroom door de molens zo goed mogelijk te kunnen voorspellen. De afdeling windenergie van het ECN heeft hier jaren aan gewerkt en zij komen tot een voorspelling van windvermogen met een foutenmarge van 30%.

Dit lijkt niet best, maar dat ligt niet aan de kwaliteit van de windverwachting, maar aan de vermogenskarakteristiek van de molens. Wind heeft namelijk de onaangename eigenschap, dat de energie-inhoud van wind evenredig is met de derde macht van de windsnelheid. Dit vertaalt zich direct in de hoeveelheid geproduceerde stroom. Een fout van 30% in het vermogen is dus maar een fout van 10% in de windsnelheid.

Dit wordt door de klassieke centrales bijgesteld tegen de prijs van 1 cent per kWh windstroom.

De brandstofkosten zijn 3 tot 5 cent per kWh, dus ook windstroom verbruikt brandstof.

Hoe dit kan uitpakken toont de volgende grafiek gehaald van buienradar.nl:



Het verloop van de windsnelheid op 21 en 22 januari 2008. in Lelystad. De horizontale schaal is in uren.

De afname van de wind na middernacht betekent, dat de elektriciteitsproductie van de molens in Flevoland binnen een half uur van 80% tot nul terugviel.

In Flevoland staat een paar honderd MW windvermogen verdeeld over een gebied van 20x20 km². Binnen een uur stonden zij allemaal stil.

Het licht in Lelystad bleef toch branden die nacht.

Om dit te bereiken moet er het volgende gebeuren:

1. Er moet altijd een snel reagerende gasturbine meedraaien met de molens zodat het wegvallen van de windenergie niet tot ongelukken leidt.
2. In periodes van weinig wind moet deze snelle generator de windproductie geheel overnemen, want als de molens weer gaan draaien, dan moet de productie in de centrale weer snel naar beneden geregeld kunnen worden.

De piekscheerders genoemd in het vorige hoofdstuk kunnen dit, maar deze hebben een slecht rendement.

9. Hoeveel brandstof (CO₂) wordt er bespaard?

De eenheid is 1 miljoen ton CO₂ = 1 megaton = 1 Mton

Wij gaan uit van een situatie zonder molens.

De centrales blazen dan in totaal ongeveer **95 Mton CO₂** per jaar de lucht in.

Volgens de conclusies van Ummels et al kan hier **19 Mton** op bespaard worden.

Hierop maken wij de volgende correcties:

a . De inpasbaarheid.

De conclusie uit paragraaf 6 zegt, dat van de 19 miljoen ton CO₂ er maar 60% realiseerbaar is.

De besparing wordt gecorrigeerd van 19 Mton naar 11,4 Mton CO₂

b . Het rendement van klassieke centrales.

Wij hebben boven gezien, dat van de geproduceerde 20% maar 12% windstroom wordt opgenomen, maar de invloed van deze 12% is veel groter dan dit relatief bescheiden aandeel doet vermoeden. Er moeten nu veel vaker piekscheerders ingezet worden om het wegvallen van de wind te compenseren en als het waait dan draaien de "must run" eenheden op een minimum vermogen met bijbehorend laag rendement, maar de bijdrage van de klassieke centrales is toch 88% van het totaal. Daalt het totale rendement van de klassieke opwekking hierdoor van 46% naar 42%, dan stijgt de emissie (dus het brandstofgebruik) met ruim 10% of **7 Mton CO₂**.

c . De onbalans.

De gerealiseerde productie wijkt 30% af van de voorspelde waarde, de onbalans. Dit wordt door de klassieke centrales bijgesteld tegen de prijs van 1 cent per kWh windstroom.

De brandstofkosten zijn 3 cent per kWh, dus windstroom verbruikt brandstof, namelijk een derde van het normale brandstofverbruik.

Dit betekent, dat de besparing na het inpassen van de windstroom van 11,4 Mton met een derde verminderd moet worden omdat deze brandstof toch verstoekt wordt. De emissie stijgt met $0,33 \times 11,4 \text{ Mton} = \mathbf{3,6 \text{ Mton CO}_2}$.

CO ₂ -balans van 12 Gwatt windvermogen				
	klassiek	wind	Besparing (Mton CO ₂)	Totaal (Mton CO ₂)
	100%	0	0	95
Simpel (Ummels)	80%	20%	19,0	76
Inpasbaarheid	88	12	-7,6	83,6
Rendement (42-42%)	88	12	-8,0	91,6
Onbalans	88	12	-3,6	95,2

Het totale brandstofgebruik (CO₂-uitstoot) is toegenomen.

9. Conclusie .

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 .