

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

Dit is de printvriendelijke versie van
het stuk op:
[http://www.groenerekenkamer.nl/
node/946](http://www.groenerekenkamer.nl/node/946)
Meer informatie: theo@richel.org
Datum 26 nov 2009

Windmolens besparen brandstof en helpen mee de uitstoot van CO₂ te verminderen, althans dat is één van de redenen om het land er mee vol te zetten. Maar als het niet waait wilt U toch stroom en daarom zijn er nog steeds gewone centrales noodzakelijk. Als je die centrales voluit laat draaien hebben ze een redelijk rendement, maar als je ze moet laten dansen op de maat van de fluctuaties van de wind dan zakt dat rendement al snel en dat betekent dus: meer brandstofverbruik en meer CO₂-uitstoot. *Fred Udo* zet de feiten op een rijtje.

Dit artikel bespreekt de invloed van windenergie op de elektriciteitsproductie in Nederland. Speciaal de grote variatie van windaanbod zal een probleem worden naarmate er meer grootschalige windparken in bedrijf komen.

1. Inleiding.

De stelling, dat windenergie *duurzame* energie is en CO₂ uitstoot vermijdt, wordt in Nederland algemeen onderschreven. CO₂ verminderen moet, dus CO₂ besparing is een vrijbrief geworden om een miljarden verslindende windindustrie op te zetten. De schade aan ons landschap wordt stilzwijgend op nul gezet in de begroting van deze nieuwe speeltjes. Er worden van verschillende kanten vraagtekens gezet bij deze hype, maar zelden wordt de besparing van CO₂ uitstoot door de productie van windenergie in twijfel getrokken. De gebruikelijke omrekeningsfactor is ongeveer 550 kg vermeden CO₂ uitstoot per geproduceerde megawattuur (MWh) windenergie. De 550 kg is de gemiddelde CO₂ uitstoot per MWh elektrisch van de Nederlandse centrales. Omgerekend betekent dit, dat het gemiddelde brandstofrendement van het bestaande park generatoren ongeveer 50% is. Dit getal wordt bereikt door het inzetten van zoveel mogelijk eenheden met een hoog rendement (basislasteenheden) die continu draaien. Veel moderne basislasteenheden zijn SToom En Gascentrales (STEG), die een brandstofrendement halen van 58% bij vollast, maar die hebben een nadeel: het regelen van de elektriciteitsproductie gaat heel langzaam namelijk in de orde van enkele procenten per kwartier. Het opstarten van een dergelijke eenheid is een proces dat vele uren vergt en heel kostbaar is.

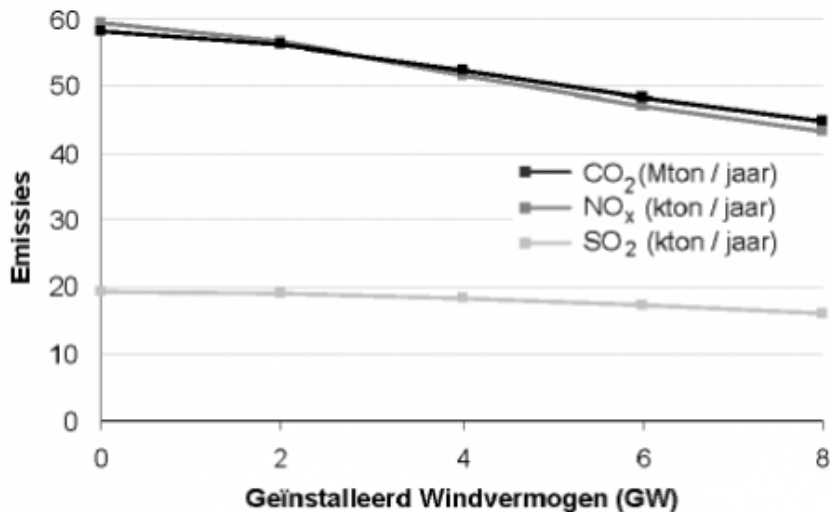
De dagelijkse variatie van de vraag naar elektriciteit (piekuren) wordt opgevangen door zogenaamde *piekscheerders*. Dit zijn generatoren, die snel een verandering in de vraag kunnen opvangen, maar die een laag brandstofrendement hebben. De huidige samenstelling van het bestaande park generatoren is een balans tussen een hoog rendement en de thans benodigde reactiesnelheid van het systeem. Dit laatste is nu aangepast aan de dagelijkse variaties in de vraag. Deze dagelijkse variaties zijn tot in detail bekend bij de producenten.

Er is al veel gepubliceerd over de inpassing van windenergie in het bestaande systeem van elektriciteitsopwekking. Het totale systeem van opwekking en transport is complex en de studies spreken elkaar soms tegen. De voornaamste doel van dit soort studies is te bewijzen, dat grote hoeveelheden windenergie opgenomen kunnen worden in het net ondanks de leveringonzekerheid. De conclusie is onveranderlijk: het kan, maar het brandstofgebruik van de klassieke generatoren onder deze gewijzigde omstandigheden blijft in Nederland altijd buiten beschouwing. In België kijkt men er wat nuchterder tegenaan en in Duitsland heeft men zo langzamerhand zoveel molens, dat onaangename waarheden vanzelf aan het licht komen.

De CO₂ uitstoot verschilt voor de verschillende brandstoffen die gebruikt worden bij de elektriciteitsopwekking en daarom is het eenvoudiger om de fossiele brandstoffen niet te benoemen in kubieke meters gas of tonnen kolen, maar deze te meten met dezelfde maat als het product, dus in Megawatts. Dit betekent, dat een brandstofrendement van 50% betekent, dat er voor 100 MWh elektriciteit dan 200 MWh brandstof nodig is. (1)

2. De discussie in Nederland.

In ons land is de verweving van de windmolenlobby, de milieubeweging en de politiek zodanig, dat er vrijwel geen neutrale wetenschappelijke analyse van de voor- en nadelen van windenergie te vinden is. Een voorbeeld is de afdeling windenergie van de TU Delft geleid door prof dr. ir. G.A.M. van Kuik en prof. ir. W.L. Kling. Deze afdeling heeft een rapport gepubliceerd over inpassing van grootschalige windenergie in het Nederlandse net. (2) 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

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. Men neemt dus aan, dat het exploiteren van vele Gigawatts windvermogen geen invloed heeft op het rendement van de klassieke centrales. Is er geen wind, dan draaien die toch gewoon wat harder..... Hoe is dit te rijmen met het feit dat dan de basislasteenheden met een hoog brandstofrendement niet meer ingezet kunnen worden, want die generatoren kunnen de strapatsen van de molens niet bijbenen. De heren Ummels, Hendriks en Kling zien dit ook in, want in het rapport staat op pagina 18: "...er is steeds minder noodzaak voor het hebben van basislastermogen". Dat is heel jammer, want dit zijn nu juist de eenheden met het hoogste brandstofrendement. De conclusie, dat windmolens basislastermogen met een hoog rendement verdringen leidt de auteurs kennelijk niet tot de conclusie, dat figuur 16 daar mee in tegenspraak is. Of zien wij hier de verdringing van een "Inconvenient Truth"? Er zijn in ons land een paar adviescolleges, die zich uitdrukkelijk affichereren als onafhankelijk. Dit blijkt in de huidige atmosfeer van het publieke debat nodig te zijn....

Ten eerste is daar de Energieraad. Deze raad "adviseert regering en parlement over het te voeren energiebeleid". Het rapport "Brandstofmix in beweging" (3) bespreekt de verdringing van basislastermogen door windenergie, maar stelt alleen, 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.

De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) wordt ook (nog?) niet gedomineerd door de windlobby gezien het oordeel over de bijdrage van windenergie aan de nationale elektriciteitsvoorziening, dat geveld wordt in de bijlage "Windenergie" van het rapport uit 2006 (4).

3 . De situatie in België.

Twee citaten uit het proefschrift van J. Soens (5) over de situatie in België staan in (5a) en (5b) Soens zegt hier, dat er een maximum is aan de hoeveelheid windenergie die ingepast kan worden in het bestaande 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 en opslag* gebruikt kan worden.

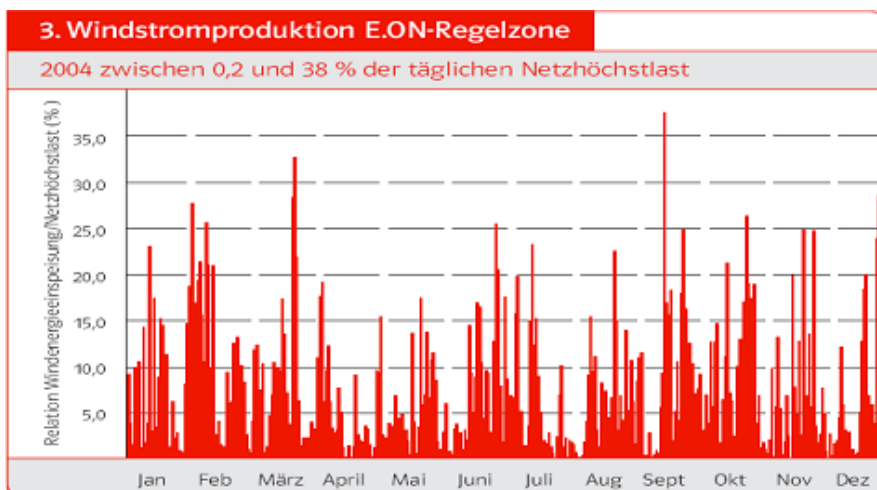
Volgen wij de conclusie van Soens, dan kunnen wij in Nederland niet meer dan 1,0 Gigawatt aan windenergie installeren. Dit is in flagrante tegenspraak met de conclusies van Ummels et al, die stellen, dat er wel 8 GW aan windvermogen in het Nederlandse net gestopt kan worden. De conclusies van Soens zijn overgenomen in een studie van de Vlaamse regeringscommissie voor windenergie (6). Deze studie is breed opgezet en bekijkt de situatie in 6 landen. Nederland is daar niet bij..... Er wordt veel aandacht besteed aan de (on)voorspelbaarheid van het windaanbod. De afwijking van de voorspelling wordt bestraft met een onbalansheffing. Los daarvan moet ook een voorspelde verandering in het aanbod van windenergie op een of andere manier worden opgevangen.

Er wordt 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 ander weer 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.

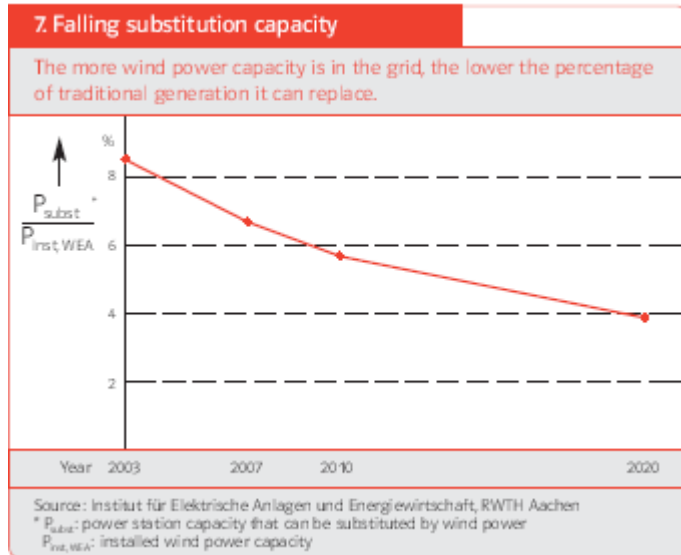
De veroorzakers van wind zijn de Atlantische depressies, die diameters van 500 tot 2000 km hebben. Het lijkt mij dus een utopie om te verwachten dat door het koppelen van de windparken langs de Europese kust de fluctuaties van de productie zullen verdwijnen. Een Belgische studie (8) toont aan, dat spreiding van molens over een groot gebied (>100km) er wel toe bijdraagt, dat vermogensvariaties, die per molen 100% per uur kunnen zijn (zie hiervoor bijlage 1) 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 (3) besteedt daar veel aandacht aan en stelt, dat bij een overschot in windenergie in Nederland de ons omringende landen met hetzelfde verschijnsel kampen. De enige redding voor iedereen schijnt een kabel naar Noorwegen te zijn, waar de waterkrachtcentrales als afvalput voor overvloedige WestEuropese windenergie moeten fungeren.

4 . Ervaringen in Duitsland.

Hoe het totale windvermogen ook bij grote tot zeer grote aantallen windmolens varieert toont de volgende grafiek van het gezamenlijke windvermogen van niet minder dan 7000 windmolens in Duitsland in het verzorgingsgebied van de E.ON.(7) .



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 het dagelijks benodigd vermogen. Weersystemen zijn groter dan Duitsland.... E.ON ziet zich gedwongen om miljarden in koppelnetten te investeren om tekorten en overschotten te transporteren. In ditzelfde windrapport zijn op pagina 9 gegevens over het benodigde reservevermogen te vinden.



Deze grafiek zegt, dat bij grote windvermogens vrijwel geen klassiek opwekkingsvermogen vervangen wordt. Helaas, dit is het laatste windrapport van E.ON.....

5. Een voorbeeld.

Hieronder wordt een voorbeeld gegeven waarbij de invloed van koppelnetten niet in rekening wordt gebracht, maar in het geval van grote vermogens windenergie op zee (men spreekt van vele Gigawatts) komt het dicht bij de werkelijkheid. Soens stelt, dat bij windvermogens boven 5% van de pieklast extra vermogen geen CO2 winst geeft. Dit betekent, dat als wij in dat geval 100 MW windvermogen extra opstellen, dan moet daar een snel reagerende gasturbine van 100 MW tegenover staan. In werkelijkheid is het benodigde vermogen 95 MW (zie de grafiek hierboven), maar dat verschil is verwaarloosbaar. De molens hebben een productiefactor van 40% (op land veel lager, op zee iets hoger), dus gemiddeld moet 60% van de elektriciteit uit de stand-by gasturbine komen. De molens leveren gemiddeld 40 MW en de gasturbine 60 MW, zodat het totaal altijd 100 MW is. Een eenvoudige gasturbine kan de variaties in windenergie wel aan, maar een dergelijke generator heeft een maximum rendement van 40% en in ongunstige omstandigheden (variaties in belasting, geen vollast) zakt het rendement tot ver beneden 30%. In periodes van alleen meedraaien is het rendement natuurlijk nog veel lager. Wij stellen het effectieve brandstofrendement op 25%. De brandstofkosten van het systeem windmolens plus gasturbine zijn niet gering, want de gasturbine verbruikt $60\text{MW}/0,25 = 240\text{ MW}$ aan brandstof! In het geval van klassieke opwekking zou 200 MW gebruikt zijn. De conclusie is, dat in dit geval er geen brandstof bespaard wordt en dus de CO2 uitstoot toeneemt door het plaatsen van windmolens. Hiermee wordt dus de stelling van Soens (5) bevestigd. Het plaatsen en aansluiten van de molens kost 200 miljoen euro. Weggegooid geld. Dit voorbeeld lijkt extreem, maar een dergelijke opstelling bestaat in Velzen. Vlakbij het aanlandingspunt voor de windstroom van de parken Egmond en IJmuiden staat een aantal generatoren van Nuon, die draaien op een mengsel van hoogovengas en aardgas. Op de Nuon website zijn wat gegevens te vinden over deze productie-eenheden. Hierbij is voor ons van belang wat er met de oude eenheden Velsen 24 en 25 gebeurt. In de woorden van Nuon:

Velsen 24 en 25

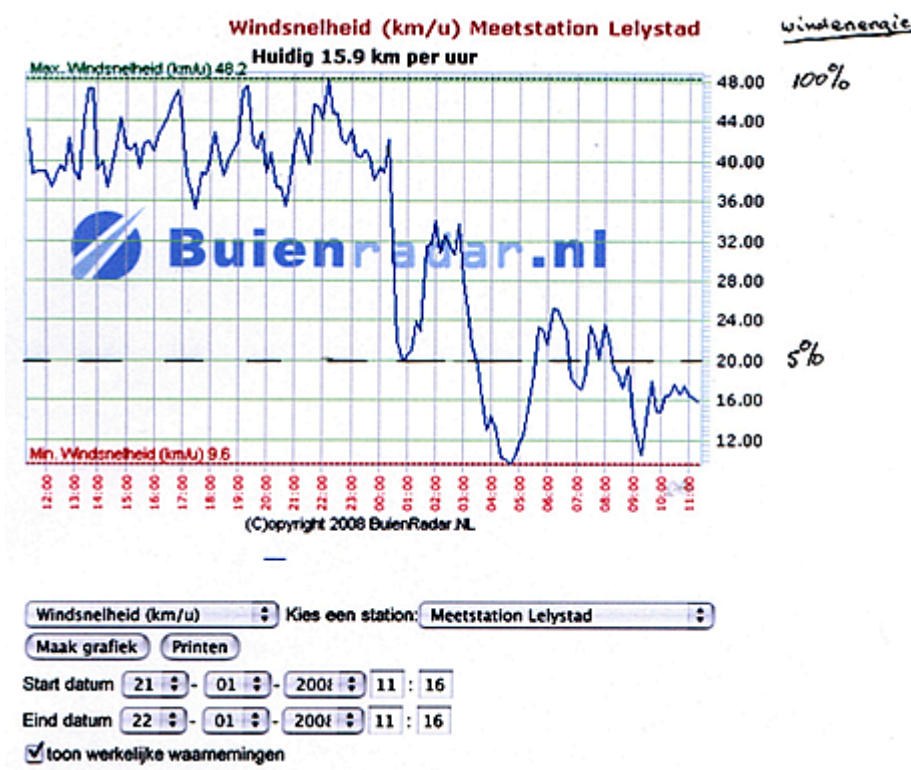
De eenheden Velsen 24 (1974) en Velsen 25 (1986) hebben beide een levensduurverlenging ondergaan waarbij groot onderhoud is gepleegd en alle besturingssystemen zijn aangepast aan de nieuwste standaarden. Zo is de productie van de eenheden voor de komende jaren weer zeker gesteld. Beide eenheden kunnen het volle vermogen realiseren met alleen aardgas. Productiecapaciteit Velsen 24 heeft een vermogen van 460 megawatt. De eenheid wordt vooral in gezet als Velsen 25 en IJmond 1 stilstaan of wanneer de markt er om vraagt. Einde citaat te vinden op www.nuon.nl.

Hier worden door Nuon oude beestjes in bedrijf gehouden, die als voordeel hebben dat door het ontbreken van de STEG unit zij snelle productievariaties aankunnen. Het nadeel is, dat het elektrisch rendement van deze enkelvoudige gasturbines beneden de 37% ligt. Draaien zij op halve kracht, dan zakt het rendement tot 29% of lager.

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 miljoenen verdiend in de CO2 emissiehandel en in de groene stroomhandel .

Bijlage 1. Variaties van windvermogen.

De aard van het probleem wordt goed geïllustreerd door de onderstaande figuur:



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. De windverwachting van het KNMI was correct: afnemende wind gedurende de nacht.... In Flevoland staat een paar honderd MW windvermogen verdeeld over misschien 400 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 gasgenerator 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.

Literatuur.

1. Hiermee volg ik een suggestie van Fred Jansen gedaan in Mei 2008.
2. B.C. Ummels, R.L. Hendriks en W.L. Kling “Inpassing van grootschalig windvermogen op zee in het Nederlandse elektriciteitsvoorzieningsstelsel” Delft 20 Feb 2007([zie hier](#))
3. Energieraad Brandstofmix in beweging, op zoek naar een goede balans. Jan. 2008.([Zie hier](#))
4. Wetenschappelijke raad voor het overheidsbeleid: Klimaatstrategie – Tussen Ambitie en realisme. (juni 2006) bijlage “Windenergie” op pag. 266 ([Zie hier](#))
5. Soens, J. Impact of wind energy in a future power grid [Impact van windenergie in het toekomstige elektriciteitsnet. (2005). PhD Thesis. Katholieke Universiteit Leuven. Faculteit Wetenschappen: Leuven (Heverlee), Belgium. ISBN 90-5682-652-2. 257 pp. ([Zie hier](#))
- 5a. “As a global conclusion, the CO₂ -emission abatement potential by wind power is estimated at 4% (1.04-106ton/year) of the total CO₂-emission by the Belgian generator park. This is realised when the installed wind power is 5% (0.7 GW) of the system peak load and situated offshore. Higher levels of wind power installation do not result in a higher emission abatement due to the higher required reliability levels.” (pag. 162 in ref 2)
- 5b. “Therefore, if the abatement of emissions is considered as the most important value of wind power, the recommended policy is to allow wind energy up to an installed level of 0.7 GW, preferentially offshore or where wind resources are optimal. The added value of further installation of wind power is low. The estimated costs of emission abatement by wind power strongly depend on the project-specific installation costs, but range between €36 and more probably €105 per ton of avoided CO₂-emission, without taking the costs of possible grid reinforcements into account.” (pag. 163 in ref 2)
6. CO₂ emissie reductie bij elektriciteitsproductie uit windenergie. A. Woyte, G. Doms en G. Palmers (mei 2006)([Zie hier](#))
7. Windrapport 2005 te vinden op de E.ON website: www.EON.com ([of klik hier](#)) Het is een van de zeldzame eerlijke documenten over windenergie van een exploitant van windmolens . Het geeft een onthutsend beeld van de invloed van grote aantallen windmolens op de elektriciteitsproductie. Zo bevat het onder meer behartenswaardige gegevens over het benodigde backup vermogen. Helaas, dit is het laatste windrapport van E ON.
8. R. BELMANS, W. D’HAESELEER, G. PALMERS, J.-C. MAUN. Balancing windenergy in the grid, Jan 2009 pag 36

Fred Udo is een gepensioneerd natuurkundige, die vele jaren in CERN gewerkt heeft aan grote opstellingen voor het detecteren van elementaire deeltjes.

Steun de Groene Rekenkamer:

www.groenerekenkamer.nl - www.klimatosoof.nl