

# Anders rekent zich over hoop



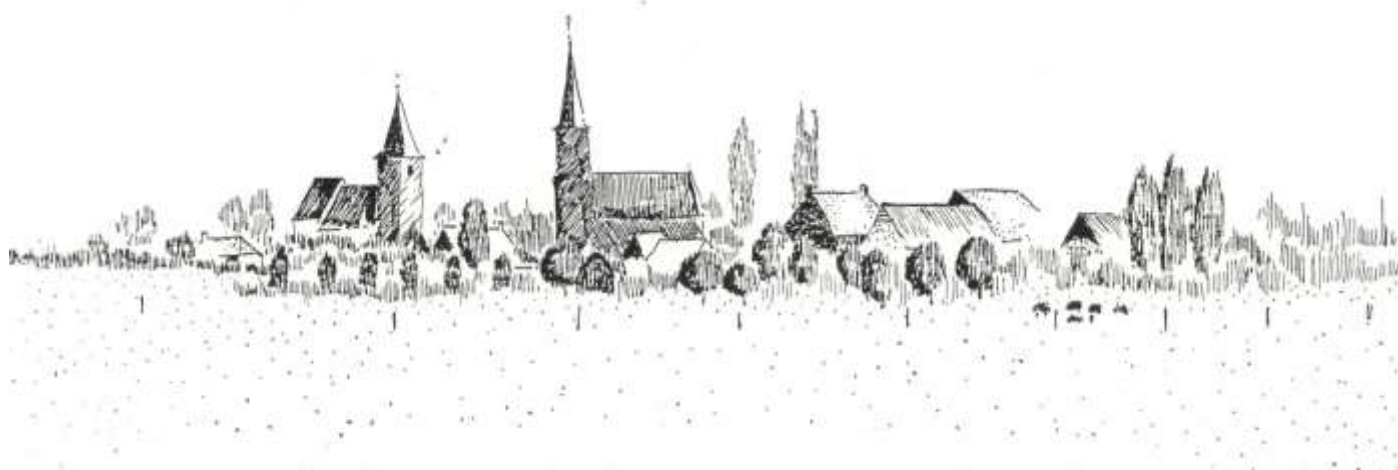
**Doctor Anders**



De columns in dit 20<sup>e</sup> jaaroverzicht van Doctor Anders zijn een selectie uit eerder in het jaar 2018 verschenen columns in

**DUURZAAM=NIEUWS**

en in:





## Anders rekent zich over hoop

Voordat ik mijn diepste zielerorselen uit het jaar 2018 aan u toevertrouw, moet mij van het hart dat ik ernstig betwijfel of we het nog wel gaan halen, met z'n allen. Volgens de laatste tellingen van WNF verliest de natuur in angstaanjagend tempo haar vormrijke glorie. In walvismagen wordt al geregeld 6 kg plastic aangetroffen. Moeder aarde broeit koortsig onder een te warme deken. In Californië is Paradise veranderd in een hel. In Genua en Sicilië liggen tientallen speedboten tot brokstukken verbrijzeld op de kade. Na de tropische regenwouden gaan nu ook de koraalriffen er aan. Volgens het zesde IPCC rapport staat het water reeds tot aan de lippen, maar onze boeren tellen hun zegeningen juist vanwege extreme droogte. In 300 jaar was onze zomer nog nooit zo warm. Pas omstreeks half november drukte een Noordooster de onwijs warme herfst opzij om mij weer binnenshuis te doen keren en te beginnen aan mijn jaarlijkse kroniek.

Hoewel ik al jaren met terugwerkende kracht op de jaartelling vooruitloop, maak ik me er geen illusies over dat mijn waarschuwingen tot nu toe niet gewoon in de wind zijn geslagen.

Voortvluchtend naar de verre toekomst en zich verschuilend achter de waan der dag overheerst het grote weggijken. Van gele hesjes tot in het witte huis, van boer tot staalfabriek en van de kleinste bladblazer tot aan de grootste Boeing 747 wil niemand inleveren.

Daarom dit najaar, de werkelijkheid trotserend en speurend naar een sprankeltje tegen de herfstdepressie, heb ik maar eens wat uitgerekend over hoop.

# Inhoud

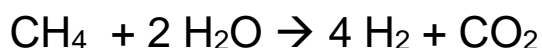
---

Waterstof gaat ons redden .....	1
De elektrische auto komt razendsnel dichterbij.....	5
Het duurt nog lang voordat de zeespiegel stijgt .....	8
Houtpelletkachels voor duurzame warmte.....	14
Zeewier is het ei van Columbus .....	17
De natuur past zich heus wel aan .....	19
De CO <sub>2</sub> footprint van vliegreizen kun je eenvoudig compenseren.	22
Met biodiesel komen we een heel eind.....	25
De friskijkers en omdenkers komen er aan .....	28
In negen jaar 90% minder.....	34
De Telegraaf zaait onnodig angst .....	36
Het kan nog.....	40
Wiebes doet veel te moeilijk .....	45
We hebben veel knappe bolletjes .....	49
't Komt goed.....	52

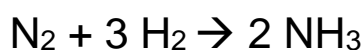
## Waterstof gaat ons redden

Er gloort licht. Nog maar enkele tientallen jaren geleden dacht vrijwel “iedereen” trouwens al dat waterstof het helemaal zou gaan maken. “Water is er immers genoeg, dus waterstof ook“ dacht de leek. En de voorbodes waren er al. Minister president Balkenende reed van het Binnenhof weg in een vette BMW op waterstof en in Eindhoven reden de eerste bussen op waterstof. Men had toen nog niet duidelijk in het snotje dat waterstof helemaal nergens uit de grond kan worden opgepompt, maar eerst gemaakt moet worden.

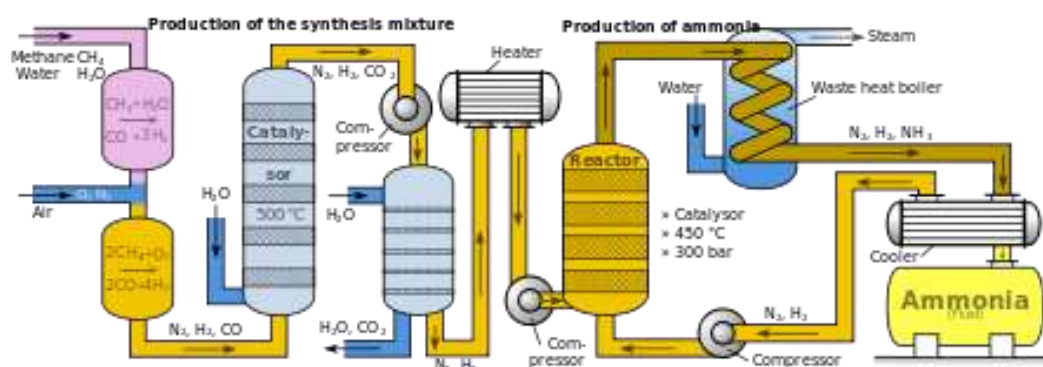
Waterstof wordt al sinds jaar en dag (de kennis is van 1909) gemaakt uit aardgas ten behoeve van de kunstmestproductie. Onder hoge druk en temperatuur wordt methaan ontleed volgens:



En vervolgens wordt het waterstof met stikstof omgezet tot ammonia volgens



Ongeveer 95% van alle waterstofproductie gebeurt in dit Haber-Bosch proces in vele kunstmestfabrieken op de wereld.

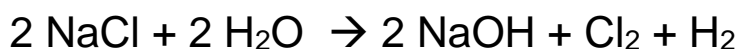


Het is een reactie die veel fossiele energie vreet, veel CO<sub>2</sub> uitstoot en vrij kostbare installaties vergt.

Ammonia is de basis voor kunstmest en kan vrij eenvoudig onder matige druk als vloeistof in tanks worden opgeslagen en wordt over de hele wereld met speciale schepen getransporteerd. Je kunt zeggen dat ammonia al decennia lang fungeert als drager van waterstof.

Gezien de kolossale hoeveelheden kunstmestproductie zouden we dus kunnen zeggen dat de waterstofeconomie eigenlijk al lang bestaat. Een bijdrage aan de oplossing van het klimaatprobleem leverde het echter nog niet. Integendeel, de kunstmestproductie is één van de grotere boosdoeners. Op jaarbasis wordt er wereldwijd ongeveer 131 miljoen ton ammoniak geproduceerd waar meer dan 1% van het totale energieverbruik aan opgaat.

De overige 5% van de waterstofproductie ontstaat bij de Chloorelektrolyse. Door stroom te leiden door pekkel ontstaat behalve chloorgas ook waterstof als bijproduct volgens:



Door AKZO in Delfzijl en in Botlek en door Solvay in België wordt dit proces ook al decennia lang toegepast. Ook dit proces vreet fossiele energie. Door deze Chloorfabrieken wordt waterstof gebruikt voor interne processen en wordt een restant verkocht voor gebruik in de eerder genoemde vooruitstrevende auto's en bussen.

Daarnaast bestaan er nog diverse andere routes om waterstof te maken. De bekendste is de elektrolyse van water. Door gelijkstroom door water te leiden ontstaat waterstof en zuurstof. Met de waterstof kan dan via een brandstofcel weer elektriciteit gemaakt worden voor bijvoorbeeld de aandrijving van elektrische auto's. Wat let ons om dit principe grootschalig toe te passen?

Het energierendement van elektrisch naar waterstof en weer terug is helaas niet meer dan 50% en als je daar grijze stroom voor gebruikt wordt het rendement voor het totaal slechts 15%.



Het wordt zelfs nog minder als je waterstof als vloeistof zou moeten transporteren onder extreem hoge druk of extreem lage temperatuur. Dat levert alles bij elkaar een erg laag rendement waardoor de elektriciteit aan het einde ruim zes keer zo duur is als die aan het begin. Bovendien was door de hoge prijs van de brandstofcellen het concept niet concurrerend met benzine of het gebruik van accu's.

Door de snelle opkomst van stroom uit windturbines en PV panelen verandert het plaatje. Deze hebben het nadeel dat ze niet in grote hoeveelheid beschikbaar zijn op de plaats waar de energiegebruiken het grootst zijn en dus moet de elektriciteit via kostbare leidingen over lange afstanden getransporteerd worden. Zo is er op de Noordzee verschrikkelijk veel windstroom te produceren die bijvoorbeeld in Zuid Duitsland gebruikt moet worden. Of er is in Noord Afrika gigantisch veel zonnestroom te maken voor West Europa en in Australië is genoeg zonnestroom voor Japan. De benodigde leidingen zijn echter enorm kostbaar.

Een tweede probleem is dat de beschikbaarheid niet gegarandeerd is of niet gelijktijdig is met de vraag. Daarom moeten we op de één of andere manier energie gaan opslaan.

Het derde probleem is de prijs. Hoewel wind en zon gratis zijn, is de investering in windturbines en PV-panelen een drempel voor investeerders die op korte termijn winst willen maken.

Professor Ad van Wijk van de TU Delft meent voor al deze problemen een oplossing te hebben.

Ten eerste stelt hij vast dat stroom uit wind en zon tegenwoordig goedkoper zijn dan uit fossiele bronnen. Vervolgens stelt hij dat de energie efficiëntie van de elektrolyse om waterstof te maken verbeterd kan worden tot 70%. Op momenten dat er overmaat groene stroom is, kunnen we dan waterstof gaan maken.



Het transporteren van waterstof kan op twee manieren veel goedkoper. In West Europa kan dat na enige aanpassing via het omvangrijke netwerk van aardgasleidingen. Daartoe hoeft het niet tot vloeibaar te worden samengeperst. In andere delen van de wereld kan waterstof in de vorm van vloeibaar ammoniak via schepen getransporteerd worden. Dat zijn beide vormen van infrastructuur die al bestaan. Ammoniak kan via brandstofcellen weer in elektriciteit omgezet worden.

Tenslotte stelt hij dat waterstof veilig kan worden opgeslagen in zoutkoepels. Volgens van Wijk hoeven we dus niet van het gas af en hoeven we geen peperdure hoogspanningsleidingen aan te leggen en geen enorme pakketten met accu's, maar moeten we alleen de aardgasleidingen en de branders in onze kachels en kooktoestellen aanpassen. Onze auto's kunnen of direct waterstof tanken via een gasleiding en via brandstofcellen elektrisch rijden, of de accu's opladen doordat waterstof via brandstofcellen bij oplaadstations wordt omgezet in elektriciteit. Hoewel er nog een achterstand bestaat ten opzichte van de ontwikkeling van steeds betere en goedkopere accu's, zullen brandstofcellen snel goedkoper worden,

Uiteraard kunnen we de kunstmestfabrieken volgens het Haber Bosch proces sluiten en in plaats daarvan duurzame waterstof omzetten in ammoniak.

Het lastigste probleem is volgens van Wijk om politici ervan te overtuigen dat dit concept vele malen beter en goedkoper is dan het importeren van Russisch gas of het bijstoken van hout in centrales of het kweken van koolzaad voor biodiesel.

## De elektrische auto komt razendsnel dichterbij

*“Na 50 jaar nagenoeg stilte omtrent de elektrische auto, horen we er opeens heel veel over. Tot nu vormde behalve de hoge prijs, de beperkte actieradius van circa 80 km en het enorme gewicht van de batterijen een enorme beperking. De reden dat er desondanks hernieuwde belangstelling voor is ontstaan, is de luchtvervuiling. Vijftig jaar terug maakte niemand zich daar veel zorgen over en werd de atmosfeer beschouwd als een oneindige vuilnisbak. Nu zijn sommige wetenschappers bezorgd over schone lucht. Ford was de eerste fabrikant die een technische doorbraak claimde met een NatriumSulfide batterij. Door een soort kristallijn keramisch aluminiumoxide kon men selectief de Natrium ionen doorlaten. Ford claimde dat ze daarmee een energiedichtheid van 0,3 kWh/kg konden behalen. Hun auto kon op één lading van de batterijen bij een constante snelheid van 64 km/h een afstand van 240 km afleggen. General Motors (GM) ontwikkelde kort daarna een elektrische versie van de Corvair, de Electrovair.*



*Deze conceptauto met een Zilver/Zink batterij en een actieradius van 112 km had een gewicht van bijna 600 kg aan batterijen en motor. Het optrekken van 0 tot 100 km/uur duurde slechts 16 seconden. Later borduurde GM verder op een brandstofcel met waterstof. Een ander concept werd gepresenteerd door Dr George Hoffman van het Institute of Governmental and Public affairs en de universiteit van Los Angeles. Hij verrichtte veel pionierswerk op dit gebied en kwam met het concept voor Zink/Lucht batterijen met een energiedichtheid van 0,13 kWh/kg”*

Bovenstaande regels zijn vrij vertaald uit een artikel van Ron Wakefield in het autoblad Road & Track van **januari 1967**. Dat is ruim een halve eeuw geleden! In dat historisch perspectief gezien, zouden we heel argwanend kunnen zijn over de voorspelling dat de elektrische auto razendsnel dichterbij komt.

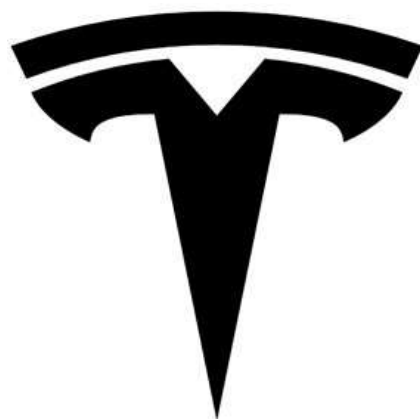
Zelfs als we de energiedichtheid van moderne accu's vergelijken met die van een halve eeuw geleden lijkt er geen reden om hoopvol te zijn. De huidige energiedichtheid van Li-ion batterijen is circa 0,16 kWh/kg, de helft minder dan de NatriumSulfide batterij van Ford in 1967 en nauwelijks meer dan de Zink/lucht batterij van Hoffman. De nieuwste batterijen voor de Tesla 3 hebben een energiedichtheid van 0,2 Wh/kg. De snelste auto tot nu toe is de vernieuwde Tesla Roadster die binnen 2 seconde van 0 tot 100 km/h gaat. Het basismodel van De Tesla S doet daar 4,5 seconde over. Dat is dan wel 8 respectievelijk 4 keer zo snel als de Electrovair van GM, maar wat we daar mee opschieten weet ik ook niet.

Het moderne wonder der techniek komt dus niet van GM of Ford maar heet Tesla want volgens Zachary Shahan van Cleantechnica.com, mijn favoriete nieuwsbrief, is het Model 3 de best verkochte auto in de VS, verkoopt Tesla de veiligste auto's ooit getest, is de verkoop in 2,5 jaar vervijfvoudigd en heeft Model 3 de hoogste winstmarge per verkochte auto.

Toch krijgt Tesla ongemeen veel negatieve publiciteit van de Amerikaanse pers over zich heen. Zachary Shahan denkt dat dat onder andere komt doordat:

- ✚ Elon Musk in Zuid Afrika geboren is en Nikola Tesla in Kroatië.
- ✚ Republikeinen Tesla zien als een cleantech (dus slecht) bedrijf dat opkwam tijdens Obama, terwijl de Democraten Tesla zien als een op geld beluste kapitalistische onderneming die haar verkoopcijfers onder Trump heeft zien exploderen.

- ✚ Men niet van het logo houdt en niet van de vleugeldeuren en niet van de verzonken deurknoppen en al helemaal niet van een stuur waar geen instrumentenpaneel achter zit.
- ✚ Het als een misdaad tegen de mensheid beschouwd wordt om auto's zonder gril te maken.
- ✚ Ze liever auto's zien die de longen van kinderen met roet vullen, die kanker verwekken en hart- en vaatziektes veroorzaken.
- ✚ Tesla heeft besloten te investeren in groei en ontwikkeling in plaats van de winst te pakken om de zakken te vullen.
- ✚ Niemand precies weet hoe Tesla eigenlijk moet worden uitgesproken. Elke normale Amerikaan zegt Tesla, maar de CEO Elon Musk zegt Tezla. Zodat je je kunt afvragen hoe zo iemand dit bedrijf kan leiden.
- ✚ Ze van Ford en GM houden met hun kapotte ontstekingen en rokende diesels en ligende directeuren die zich niet bekommeren om onze gezondheid.



## Het duurt nog lang voordat de zeespiegel stijgt

Zoals bekend, is vanwege boskap, veeteelt en gebruik van fossiele brandstoffen de concentratie CO<sub>2</sub> sinds het pre-industriële tijdperk gestaag toegenomen van 350 tot 410 ppm. Daardoor is de balans tussen instraling en uitstraling van zonne-energie omgeslagen in een surplus.

Het grootste deel van dit surplus (90%) komt in de oceanen. Door uiterst gecompliceerde wereldomvattende circulatiesystemen, hangt daar alles met alles samen. Een relatief klein deel van de opgehoopte warmte komt in de atmosfeer en ook daar heersen zeer gecompliceerde circulaties en uitwisselingsprocessen door verdamping en condensatie van water en wereldomvattende straalstromen.

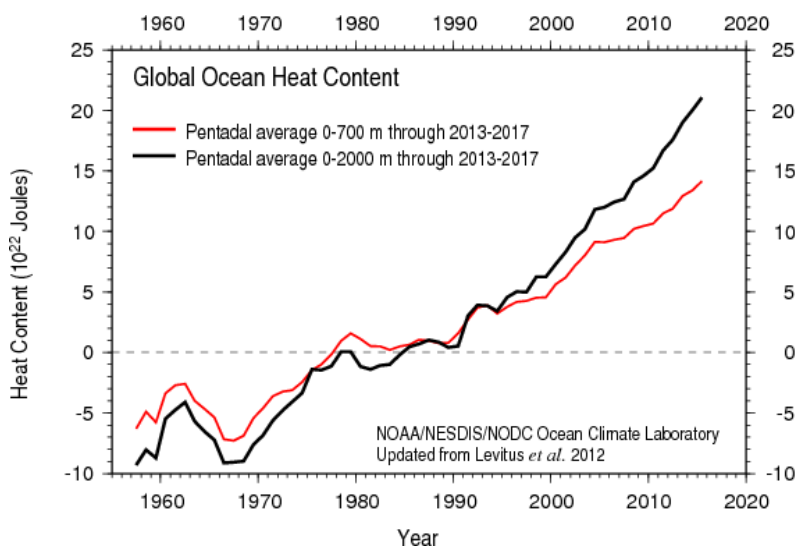
Gelukkig is het totale volume water in de oceanen erg groot en is de gemiddelde temperatuur van het oceaانwater gedurende de afgelopen halve eeuw dan ook maar een klein beetje (ca 0,1 graad C) gestegen. Bovendien bevinden zich aan beide polen een paar gigantische bergen met ijs, die ook niet zo één twee drie gesmolten zijn en voorlopig nog voor de nodige verkoeling zorgen.

Toch zouden we wel willen weten hoe lang het nog duurt voordat die ijsbergen allemaal gesmolten zijn, want het volume van die ijsbergen is zo groot dat de zeespiegel zou kunnen stijgen als alles wel zou smelten. Alleen de ijskap van Groenland bevat al 3 miljoen km<sup>3</sup> ijs. Als die geheel zou smelten stijgt de zeespiegel met ruim 7 meter en dat zou voor heel veel grote steden een onoverkomelijk probleem zijn. Het totale volume landijs op Antarctica is zelfs nog een factor 10 groter en als dat zou smelten kunnen we zelfs een zeespiegelstijging van 65 meter verwachten.



Om te kunnen voorspellen hoe lang dat nog gaat duren, moeten we dat surplus van ingestraalde energie per jaar afzetten tegen de benodigde smeltwarmte van al dat ijs.

We zouden de omvang van het energie surplus kunnen berekenen uit de temperatuurverhoging van het oceaanwater. Die is echter lokaal zeer verschillend en ook aan de oppervlakte meer dan in de diepte. Aan de polen is er een groot verschil tussen zomer en winter en via de circulatiesystemen wordt een deel van de warmte van de evenaar naar de polen afgevoerd. Toch is uit vele duizenden temperatuurmetingen, gedaan door ca 4000 sondes die op en neer bewegen tussen 1 en 2000 meter diepte, een berekening te maken voor de totale hoeveelheid warmte energie. Volgens onderstaande grafiek van het National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) is in de laatste 38 jaar de warmte energie-inhoud van de laag tot 2000 meter diepte toegenomen met **25 x 10<sup>22</sup> Joule**.



Dat is onvoorstelbaar veel energie en volgens de helling van de grafiek komt er **elk jaar nog weer 10<sup>22</sup> Joule** bij.

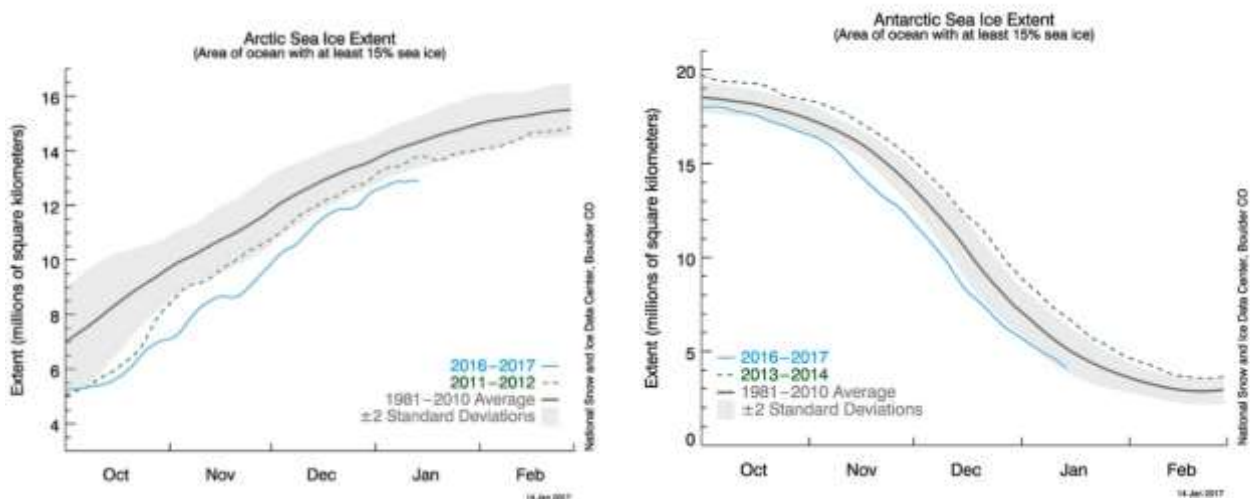
Deze berekening houdt echter nog geen rekening met de bufferende

werking van smeltend ijs. Omdat het smelten van ijs veel meer energie vergt dan het opwarmen van dezelfde hoeveelheid water (scheelt ongeveer een factor 100), fungeert het smelten van al het ijs van gletsjers, de ijskappen op Groenland en Antarctica als een soort buffer. Dus als dat ijs op zou zijn, zou bij gelijkblijvend energie-surplus de oceaan sterker opwarmen.

Voor het volledig afsmelten van het Groenlandse landijs is minstens  $100 \times 10^{22}$  Joule nodig. Dus zelfs als het huidige energie-surplus ( $10^{22}$  Joule) uit de warmte van de oceanen daar volledig door zou worden opgeslokt, kan dat nog ruim 100 jaar duren. Dat is een geruststellende gedachte. Als we bij het huidige jaarlijkse surplus ook al het Antarctische ijs willen smelten, hebben we dus nog zo'n 1000 jaar te gaan.

Voor het drijvende zee-ijs is de situatie heel anders.

De hoeveelheid zee-ijs varieert sterk met de seizoenen. Volgens het US National Snow and Ice Data Centre schommelt het oppervlak Arctisch zee-ijs met een gemiddelde dikte van 2 meter tussen 10 miljoen  $\text{km}^2$  in de winter en 5 miljoen  $\text{km}^2$  in de zomer.



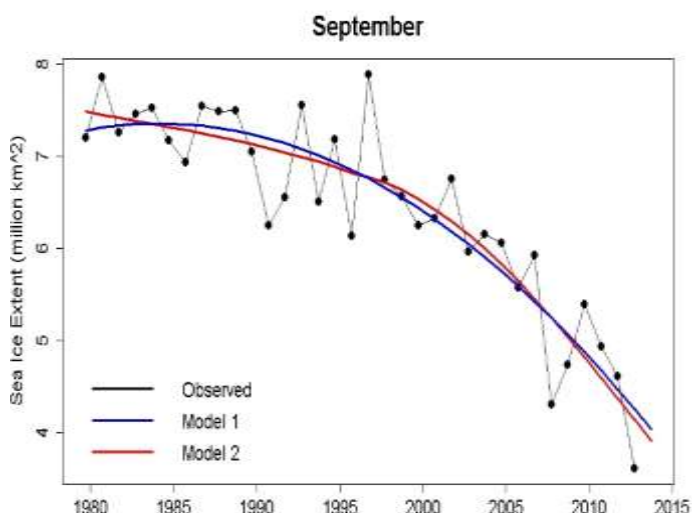
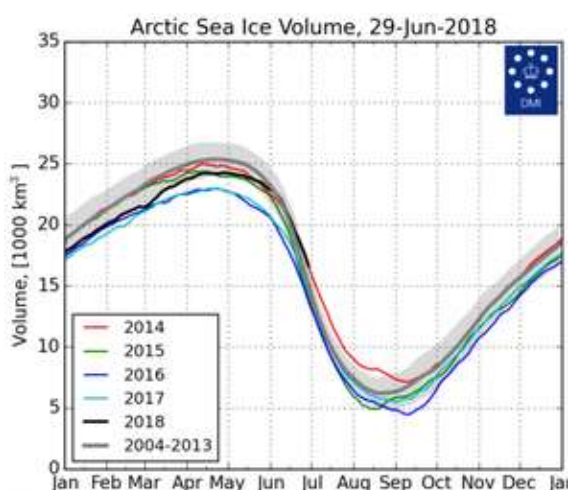
Het antarctisch zee-ijs varieert tussen 18 en 3 miljoen  $\text{km}^2$  (US National Snow and Ice Data Centre, Boulder CO).

Met moderne satellieten kan men ook de dikte nauwkeuriger meten. Dergelijke metingen (<http://polarportal.dk/en/sea-ice-and-icebergs/sea-ice-thickness-and-volume/>) wijzen op een totaal volume van  $5 \times 10^{12} \text{ m}^3$  voor het Arctische zee-ijs in de zomer, overeenkomend met een gemiddelde dikte van slechts 1 meter. In de winter wordt het totale volume geschat op  $25 \times 10^{12} \text{ m}^3$ . In



circa 4 zomermaanden smelt er dus  $20 \times 10^{12} \text{ m}^3$  ijs. In de rest van het jaar is de balans andersom en groeit het ijs weer aan.

Wat betekent dat voor het energiebudget van de aarde? Als over een heel jaar smelten en bevriezen van het zee-ijs elkaar in evenwicht zouden houden, gebeurt er op de lange termijn niets. Het smelten van ijs vergt  $3,4 \times 10^8$  Joule per  $\text{m}^3$  zodat er in de zomer op het Noordelijk halfrond  $0,7 \times 10^{22}$  Joule aan warmte opgeslokt wordt die in de winter weer teruggegeven wordt. De hoeveelheid energie die tussen zomer en winter via smeltend en weer bevriezend zee-ijs en via de golfstromingen heen en weer gaat naar de rest van de oceanen is dus minder dan 3% van de totale energie-inhoud van de oceanen. Niet meer dan een rimpeltje dus.



Uit bovenstaande grafiek over meerdere jaren voor het Arctische zee-ijs in september, valt echter af te lezen dat smelten en bevriezen niet in balans zijn en het oppervlak in de laatste 20 jaar met een steeds sterker tempo terugloopt. Bovendien wordt ook de dikte aanzienlijk minder. De balans tussen zomer en winter is dus verstoord. Tussen 1990 en 2010 werd het oppervlak in de zomer 3 miljoen  $\text{km}^2$  minder (Ca 40%). Uitgaande van een dikte van 1 meter wijst dit op een energie-surplus van  $0,005 \times 10^{22}$  Joule per jaar. Dat jaarlijkse surplus is dus ongeveer 0,5% van

het jaarlijkse surplus in de warmtebalans van al het oceaanwater op aarde. De conclusie zou dan ook kunnen zijn dat de temperatuur van het oceaanwater maar weinig sneller zal stijgen als al het arctische zee-ijs verdwenen is. Geen probleem dus. Bovendien duurt dat nog even. Op grond van het berekende gemiddelde jaarlijkse energie-surplus tussen 1990 en 2010 in het Arctisch gebied kan het nog wel 34 jaar duren voordat het zomerse zee-ijs daar geheel verdwenen is en nog 170 jaar voordat ook de hoeveelheid winters zee-ijs is gesmolten.

Omdat het veel kleinere hoeveelheden zijn en het grootste deel al in het water ligt, is het effect op de zeespiegel hooguit 4 cm ([https://en.wikipedia.org/wiki/Sea\\_level\\_rise](https://en.wikipedia.org/wiki/Sea_level_rise)).

Toch is voorzichtigheid geboden want het zou ook wel eens veel eerder kunnen gebeuren omdat de trend geen rechte lijn volgt en de vermindering steeds sneller gaat. Extrapoleren we niet de rechte maar de kromme lijn dan zou al binnen 10 jaar het Arctische zee-ijs in de zomer geheel verdwenen kunnen zijn. Het resultaat van deze simpele berekening achter op een sigarendoos komt redelijk overeen met de onheilsvoorspelling van de ijsprofessor Peter Wadhams in zijn boek “A Farewell to Ice” ([theguardian.com/environment/2016/aug/21/arctic-will-be-ice-free-in-summer-next-year](http://theguardian.com/environment/2016/aug/21/arctic-will-be-ice-free-in-summer-next-year)).

Voor het Antarctische gebied zijn er nog onvoldoende gegevens om een dergelijke trend te kunnen zien. Bovendien ontstaat het zee-ijs daar niet alleen door bevroering van water maar ook door smelten en afbreken van stukken landijs.

Hoe erg is het dat het Arctische zee-ijs binnen afzienbare tijd kan zijn gesmolten? Eén ijsvrije zomer is nog geen groot drama. De vraag is echter of het zee-ijs in de winter weer terug gaat komen als de stromingspatronen en temperaturen van het ijsvrije water zijn veranderd. Indien het gebied gedurende steeds langere tijd “open” blijft, kan dit namelijk wel degelijk grote gevolgen hebben

op het wereldklimaat als geheel. Omdat het Arctisch gebied zonder zee-ijs dan in het geheel zeer sterk zal opwarmen, zullen in eerste instantie de grote straalstromen hoog in de atmosfeer sterk veranderen en op den duur kunnen zelfs ook de grote trans-Atlantische oceaanstromingen stagneren. Dit zijn de twee grote circulatiesystemen van de centrale verwarming van onze aarde die er voor zorgen dat alles met alles samenhangt. U kunt zich voorstellen wat er gebeurt als u bedenkt dat de CV ketel blijft branden, maar de circulatiepomp voor de radiatoren uitvalt.

Op dit moment bestaat er echter nog geen betrouwbaar model dat in staat is om het moment van deze verandering ook maar bij benadering te voorspellen en de gevolgen nauwkeuriger in beeld te brengen. Dat de veranderingen extreem zullen zijn is echter zeker.

De kans is dus levensgroot dat vanwege het verdwijnen van dat relatief “kleine” beetje zee-ijs het hele aardse klimaatsysteem drastisch zal veranderen vèr voordat de zeespiegel met meer dan 4 cm is gestegen en wellicht ook al lang voordat we de 2 graden opwarming van de aarde als geheel gepasseerd zijn. De economische schade in combinatie met de sociale ontwrichting die dit met zich mee zal brengen, zou wel eens vele malen groter kunnen zijn dan de totale wereldeconomie kan verdragen. De kans dat we dit nog kunnen stoppen of voorkomen is bovendien nihil.

Hoewel in de berichten over klimaatverandering het stijgen van de zeespiegel het meest genoemd wordt, is dat niet op korte termijn te verwachten. Door effecten op de straalstromen en de trans-Atlantische zeestromingen kan de invloed van gesmolten Arctisch zee-ijs op het klimaat daarentegen al op afzienbare termijn zeer ingrijpend zijn.

## Houtpelletkachels voor duurzame warmte

---

Hout is een duurzame brandstof doordat er tijdens de groei in de boom net zo veel CO<sub>2</sub> wordt opgenomen als er bij het verbranden vrijkomt. Dat is mooi, maar we moeten ons echter wel afvragen of de balans tussen kappen en nieuwe aangroei in orde is.

In een productiebos kan per hectare tot 12 ton CO<sub>2</sub> worden vastgelegd in hout dat wordt verwerkt tot timmerhout. Het bos kan in principe lange tijd productief blijven als er steeds weer voldoende heraanplant plaatsvindt. We volgen de gekapte bomen naar de zagerij.

Volgens  [\(http://www.pelletinfo.net/houtpellets/houtpellets-faqs\)](http://www.pelletinfo.net/houtpellets/houtpellets-faqs) verwerkt een moderne houtzagerij ontschorste naaldbomen tot planken en balken, waarbij zaagsel als bijproduct ontstaat. Het zaagsel is circa 5 tot 10% van de timmerhoutproductie. Op die manier levert een hectare productiebos circa 0,35 ton zaagsel en daarin zit zonne-energie opgeslagen die 250-500 m<sup>3</sup> aardgas kan vervangen.

Het zaagsel wordt zorgvuldig afgezogen en gedroogd. De warmte daarvoor wordt milieuvriendelijk opgewekt door houtschors te verbranden. Het droge zaagsel belandt vervolgens in een granulaatpers waar de pellets uitrollen. Worden de pellets gebruikt in een moderne pelletkachel dan bedraagt het totale energieverlies in de keten minder dan 15% (<https://houtrook.nl/duurzaam-houtpellets/>)

Voor een gemiddelde Nederlandse woning met een pelletkachel zou dan 4 à 5 hectare bos nodig zijn.



Voor alle 7 miljoen huishoudens en nog een aantal bedrijven zouden we dan ruim 35 miljoen hectare productiebos moeten hebben.

Helaas! Alle bos in Nederland is nog geen 0,35 miljoen hectare. Als dit allemaal productiebos zou zijn, is dit amper 1% van het

benodigde oppervlak, maar bovendien zijn lang niet alle Nederlandse bossen op die manier productief. Bossen met een belangrijke natuurfunctie zijn veel minder productief. Hoe lossen we het tekort op?

De eerste oplossing is import. Van al het in Nederland verwerkte timmerhout komt 90% al uit import van andere Europese landen. De Nederlandse productie van houtpellets bedraagt daardoor toch nog 20.000 ton maar ook dat is slechts genoeg voor circa 80.000 woningen.

De volgende oplossing is dat we niet alleen het zaagsel gaan gebruiken maar ook alle takken die te dun zijn voor planken en al het kromme hout en snoeihout. Dan kunnen we al twee keer zo veel uit een hectare bos halen. Als dat ook niet genoeg is, gaan we helemaal geen planken meer zagen maar gebruiken we alles voor het maken van kachelhout, houtsnippers en pellets. Dan nog hebben we in Nederland niet genoeg bos om alle huizen te verwarmen en alle gebruik van aardgas te vervangen. Willen we dat wel, dan zouden we kunnen overgaan naar de import van houtpellets uit landen buiten Europa met een overschot aan hout. De VS en Canada en ook Rusland en Oceanië willen graag leveren. Dat kunnen we zelfs doen met een gecertificeerde garantie dat het bos duurzaam beheerd wordt. Ondanks die garantie bestaat er echter een vrij grote kans dat daar mee gesjoemeld wordt. Duurzaam beheer is moeilijk te controleren en wordt niet streng gehandhaafd. Zelfs als dat wel gebeurt, ontstaat het effect dat steeds meer natuurlijk bos met een grote diversiteit aan soorten verandert in productiebos met slechts enkele soorten zonder veel ecologische waarde.

Omdat voor het zagen, verhakselen, pelletiseren en transporteren vanuit Canada machines gebruikt worden met dieselmotoren, gaat al 40% van de energie op aan fossiele energie. De netto productie aan duurzame energie per hectare bos met een ecologisch waardeloze monocultuur van sparren of

eucalyptus is dan maximaal 21.600 kWh/ha. Wordt, zoals wordt geclaimd, alleen het zaagsel en het versnipperde resthout gebruikt voor energie dan is het circa 2.160 kWh/ha. In vergelijking met een hectare zonnepanelen die 700.000 kWh tot 1.300.000 kWh per jaar levert, zijn dat peanuts.

Nog erger wordt het als we houtpellets uit Canada gaan gebruiken om onze elektriciteitscentrales “duurzaam” te maken. Omdat in de centrales 65% nutteloze warmte ontstaat en nog eens 5% verloren gaat in de leidingen, blijft de netto productie duurzame energie steken op 6.488 kWh per hectare bos. Wordt alleen zaagsel en snippers van resthout gebruikt, dan is het 648 kWh per hectare. Helaas wordt ondanks dit belachelijk lage rendement toch meer dan de helft van de wereldproductie van houtpellets gebruikt door de elektriciteitscentrales van Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk en alleen al daardoor is de wereldvraag groter dan het aanbod. Alleen al in Nederland wordt meer dan 1,5 miljoen ton in de centrales verstoekt. Ruim 12 keer de hoeveelheid die in Nederland zelf wordt geproduceerd. Hierbij komt dat we in Nederland deze gang van zaken subsidiëren met drie en half miljard Euro per jaar en dat u en ik daarvoor betalen via de opslag duurzame energie. Zouden we deze subsidie over tien jaar eenmalig geïnvesteerd hebben in zonneparken of windturbines, dan zouden we daarmee al de helft van ons nationale elektriciteitsverbruik hebben kunnen dekken.

De conclusie is dat ondanks de import van hout uit Europa het gebruik van de houtpelletkachel hooguit voor 1% van het aantal Nederlandse woningen een duurzame oplossing kan zijn, maar dat het gebruik ter verduurzaming van elektriciteitscentrales een grove vorm van volksverlakkerij is.



## Zeewier is het ei van Columbus

---



Hoewel het in China en Japan en verschillende Aziatische landen al eeuwenlang gebeurt, heeft de Westerse wereld opeens het telen van zeewier ontdekt. Zeewier kun je in verschillende vormen eten als lekkernij in vele gerechten of als diervoeder gebruiken. Het kan ook als grondstof dienen voor tal van interessante biochemische producten of als grondstof voor biogas, bio-ethanol ter vervanging van kerosine of als grondstof voor biodiesel. Het kan als eiwitbron soja vervangen en daarmee de oerwouden sparen en indien in kleine hoeveelheden toegevoegd aan het kuilvoer van koeien, gaat het in belangrijke mate de vorming van methaan in de magen van die koeien tegen. Waar wachten we nog op?

Er bestaan honderden verschillende soorten zeewier die zich gemakkelijk laten kweken in de open zee. Op een groot vlot waar

een heleboel touwen van enkele meters lang onderaan hangen zetten de wieren zich aan het touw vast en groeien het hele jaar door zonder bestrijdingsmiddelen, zonder kunstmest, zonder ploegende tractoren en zonder verbruik van zoet water. Zeewierteelt is klimaatneutraal en verwijdert de overtollige meststoffen die we vanuit de rivieren naar zee lozen.

Gerennommeerde onderzoeksinstituten over de gehele wereld zijn bezig met de optimalisatie van de teelt. Volgens kleinschalige experimenten in proefopstellingen zou men in de toekomst 20 – 50 ton droge stof/ha.j aan zeewier kunnen oogsten. Voorlopig is de ervaring op grote schaal in open zee beperkt tot 10 ton droge stof/ha.j. Probleem is nog wel hoe je de dikke bundels zeewier mechanisch kan oogsten en snel kan drogen zodat je de massa stankvrij op kan slaan voor verdere verwerking.

Het belangrijkste bestanddeel van zeewier is alginaat en dat is een soort polymeer te vergelijken met het zetmeel in aardappels. Door speciale voorbehandeling van het alginaat kan tot 60% van de droge stof in biogas worden omgezet. Uit een productie van 10 ton kan dan 8.400 m<sup>3</sup> biogas gemaakt worden. Om 15 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> Nederlands aardgasverbruik te kunnen vervangen door biogas uit zeewier zouden we een gebied van 18.000 km<sup>2</sup> nodig hebben. Dat is ongeveer net zo groot als de Doggersbank. Als we die toch vol met windturbines gaan zetten, waaronder geen vissersschepen mogen varen, kunnen we daar zeewier gaan kweken.

Natuurlijk is het zonde om alleen het alginaat tot gas of ethanol om te zetten en de eiwitten en andere bestanddelen niet te gelde te maken. Maar de vele onderzoekers die dit geld al ruiken hebben nog even tijd nodig om de processen en producten verder te ontwikkelen en op te schalen.

Desondanks is de eerste zeewierboerderij Seaweed Harvest Holland in de Schelphoek, Oosterschelde Zeeland er al.



## De natuur past zich heus wel aan

---

De normaal zo groene Nederlandse weiden leken deze zomer meer op de steppe van Siberië. De droge warmte overheerste



trouwens ook elders in de wereld. Er ontstonden bosbranden van Griekenland, Portugal, Australië, en Californië tot in Zweden en Siberië. Hittegolven kwamen voor in Alaska, Canada, Californië, Japan, Zuid Korea en heel West Europa. In Lissabon was het 45°C, Sevilla 39,

Nederland 35 en in Turku (Zuid Finland) 32 en in Oslo en Stockholm 30°C. In Seoul (Zuid Korea) werd het 39°C. Op 2 augustus was het bij Svalbard, nabij de Noordpool slechts 19,5°C. Lijkt niet gek, maar dat is wel 14 graden warmer dan het daar gemiddeld op die datum was tussen 1981 en 2011. Zelfs het zeewater bracht op diverse plaatsen geen verkoeling meer. Het water voor de kust van Florida, in de Golf van Mexico en de Caraïbische zee was 33°C.

Records in de weerstatistieken sneuvelden bij de vleet. Leuk voor de weermannen en -vrouwen op TV, die de records brengen met een enthousiasme alsof het de supertijden van wereldkampioenen betreft. Maar blijven deze warmte- en droogtere records werkelijk zo uitzonderlijk of wordt dit weertype normaal? Lees mijn column over de meanderende straalstromen op [Duurzaamnieuws.nl](http://Duurzaamnieuws.nl).

Het goede nieuws is dat het gras in Horssen na een paar flinke buien toch weer groen begon te kleuren. Verschillende bomen en struiken die ik dood waande, bleken opnieuw blaadjes te krijgen. Door de eeuwen heen hebben planten zich kennelijk aangepast om perioden met extreme droogte te kunnen

overleven. De boeren konden dit najaar zelfs toch nog een keer maaien.

Wij waren voortijdig uitgeweken naar ons favoriete gebied in de Franse Alpen. Op een hoogte tussen 1500 en 3000 meter is het niet alleen koeler maar is alles anders en daar houden we van. Daar wordt maar één keer per jaar gemaaid en wel zo laat mogelijk in het seizoen. Half juli moest dat op veel weiden nog gebeuren. Die alpenweiden zien er dan totaal anders uit dan onze graslanden. Eigenlijk groeit er bijna helemaal geen gras, maar alleen kruiden. Nu kennen wij echt niet alle soorten bocht zoals men hier in Maas en Waal alles wat niet eetbaar is, pleegt te noemen, maar bij verschillende tellingen kwamen we steeds gemakkelijk boven de 50 soorten en soms tot 200. Per dal of helling ook nog eens heel verschillende samenstellingen van de flora. Deze bloemrijke alpenweiden worden niet bemest. De vlakkere stukken worden in de nazomer gemaaid en op te steile hellingen mogen koeien, schapen of geiten de zaak kort houden. De kruiden geven aan de melk een speciale smaak en als men daar dan weer rauwmelkse kaas van maakt, krijg je per boerderij een variant van de zogenaamde Tomme. In de kleinste supermarkt kun je zo kiezen uit een stuk of twintig verschillende smaken. Dat is in de verste verte niet te vergelijken met de smaakloze jonge Goudse, maar ik geef toe dat je van een sterkere smaak moet houden en dat doen wij.

Wij waren speciaal op zoek naar zonnige weiden met kwel op flauwe hellingen waar het bovenliggende gebergte kalkrijk is. Die vind je niet in rotsgebergte dat voornamelijk uit graniet bestaat. We lopen door de weiden en laten ons dan verrassen door verschillende Orchideeën- en Gentiaansoorten, door de meest fantastische Distels, Klavers, Lelies en vele andere schoonheden. Ook op een hoogte boven de 2500 meter in de rivierdalen onder de gletsjers, waar de sneeuw hier en daar nog ligt, kunnen we vele uren doorbrengen met de camera en een stapeltje plantenboeken. Dat doen we al vele jaren en toch

worden we steeds weer verrast door iets fraais wat we nooit eerder gezien hebben.

De verrassing van dit jaar was het Steppeg gras (Stipa pennata). Nu zult u zeggen dat we daarvoor niet zo ver hadden hoeven te rijden, want ook in Horssen leek het een steppelandschap. Vermoedelijk waren we er dit jaar toevallig net op een moment dat het Steppeg gras in een stadium verkeerde dat het opviel. Eén van de kroonkafjes heeft een kafnaald van wel 30 cm, maar deze naalden zie je meestal niet want ze zitten strak tegen elkaar opgevouwen in een stijve halm totdat het zaadje klaar is om verspreid te worden. Dan vouwen de halmen zich open en vertonen de kafnaalden heel veel kleine dwarsgeplaatste veertjes. Vanuit het onderste deel gaat die kafnaald even later spiraliseren en met een beetje wind ontstaan dan merkwaardige zwevende spiraaltjes met een zaadje er onderaan.

Onze verbijstering over dit vernuftige zaadverspreidingsmechanisme was groot en hoewel Steppeg gras op dit moment voor mensen waardeloos is, hadden we veel waardering voor moedertje natuur. Het is dat we er voor doorgeleerd hebben, anders zouden we nog in een intelligente schepper gaan geloven.



Uit de boeken leerden we dat het geslacht Stipa zelfs meer dan 300 soorten omvat die allemaal zijn aangepast aan schrale grond, extreme warmte en droogte. Wellicht een

aanpassingsvermogen dat ons nog eens goed van pas kan komen.

## De CO<sub>2</sub> footprint van vliegreizen kun je eenvoudig compenseren

---

Als ik tegen mensen zeg dat ik vanwege het klimaat besloten heb niet meer te vliegen, kijkt men mij stomverbaasd en meewarig aan. Sterker nog. Froukje is boos want, nu ze eindelijk met pensioen is en door hard werken wat geld gespaard heeft, wil ze wel eens haar droomreis naar Nieuw Zeeland maken. Ze is het wel met me eens, maar baalt ontzettend.

Ik zal het u nog sterker vertellen. Onze zoon Bas vindt het (net als tegenwoordig velen met hem) heel normaal en redelijk om na zeven jaar studeren een tussenjaar te nemen voordat hij aan de volgende 3 à 4 jaar studie begint om arts te worden. Samen met vriendin besloot hij een wereldreis te maken en te beginnen in Nieuw Zeeland. Mijn verhaal over CO<sub>2</sub> footprints maakte in het geheel geen indruk.

Gelukkig bestaat er voor dit probleem een oplossing. We kunnen onze CO<sub>2</sub> footprint compenseren door ergens de productie van grijze stroom uit fossiele bronnen te vervangen door productie van zonnestroom. Dan blijft de reis CO<sub>2</sub> neutraal. Ik heb dat idee op verschillende manieren doorberekend.

Wereldwijd wordt er per jaar 350 miljard liter kerosine door het vliegverkeer verstoekt. Dat geeft bij verbranding 905 miljard kg CO<sub>2</sub> en rekening houdend met een factor 2,5 vanwege *radiative forcing* door de andere bestanddelen van uitlaatgassen (roet, waterdamp en stikstofoxiden), komt dat overeen met 2.262 miljard kg CO<sub>2</sub> equivalenten (Dit is ongeveer 4 à 5% van de totale globale emissie aan CO<sub>2</sub> equivalenten).

Verdeeld over de 8000 miljard stoel-kilometers die we als wereldbevolking met elkaar afleggen, komen we uit op 280 gram CO<sub>2</sub> per stoel-kilometer. De afstand A'dam Nieuw Zeeland is

18.500 km dus de tweepersoons retourreis betekent 74.000 stoel-kilometers en  $0,28 \times 74.000 = 20.720$  kg CO<sub>2</sub>

Grijze stroom uit onze centrales op gas en steenkool geeft een uitstoot van gemiddeld 0,5 kg CO<sub>2</sub> per kWh. Om 1 kg CO<sub>2</sub> te compenseren moet men dus 2 kWh grijze stroom vervangen door groene stroom. Een PV installatie gaat gegarandeerd 20 jaar mee. Men moet ter compensatie van de reis naar Nieuw Zeeland dus een installatie realiseren die per jaar 2.072 kWh groene stroom produceert, zodat de uitstoot na 20 jaar is gecompenseerd. De investering voor een dergelijke installatie bedraagt momenteel circa €1,00 per kWh jaarlijkse productie.

De conclusie van deze berekening is dat je voor ongeveer €2000 de CO<sub>2</sub> footprint van de 2 persoons vliegtuigreis naar Nieuw Zeeland en terug kan compenseren. Wil men dit nog een keer doen, dan geldt dat daarvoor weer extra € 2000 in PV geïnvesteerd moet worden. Eén en ander gaat natuurlijk alleen op zolang er nog genoeg grijze stroom geproduceerd wordt die vervangen kan worden.

Een oplettende lezer maakte mij er op attent dat je via deze berekening sjoemelt met de tijd en daar zit iets in. Immers als je de uitstoot niet tegelijk compenseert maar daar 20 jaar over doet, dan zit er gedurende die jaren nog steeds een restant CO<sub>2</sub> in de atmosfeer die voor opwarming zorgt. Uiteindelijk moet je daardoor zelfs 10 keer de oorspronkelijke hoeveelheid CO<sub>2</sub> compenseren en dus jaarlijks niet 1/20 deel maar de helft van de uitstoot.

Dat betekent dat je ter compensatie een PV installatie moet laten werken die per jaar 20.720 kWh opwekt en dan volgt een investering van €20.000.

Dat is schrikken. Maar gelukkig is er nog een derde benadering mogelijk. Je kunt namelijk ook gelijk een PV installatie financieren die zo groot is dat de uitstoot gelijk het eerste jaar al

gecompenseerd wordt. Zo'n installatie moet dus per jaar 2 x 20.720 kWh opwekken en kost €40.000

Na dat eerste jaar blijft de installatie echter nog twintig jaar doorwerken en dus kan er elk jaar nog een andere vlucht voor 2 personen heen en weer naar Nieuw Zeeland gemaakt worden. Verdelen we de kosten voor de installatie dan eerlijk, komen we weer opnieuw uit op het eerdere bedrag van rond de € 2.000.

De prijs voor twee retourtickets is ongeveer €2.800 dus als alle vliegmaatschappijen de prijs verdubbelen of met € 0,03 per stoelkilometer verhogen, kunnen ze een potje vormen waaruit die compensatie betaald kan worden. Daar zal, vanwege het goede doel en het klimaat niemand bezwaar tegen hebben of maak ik daar toch nog een denkfout?





## Met biodiesel komen we een heel eind

---

Voor onze vakantie in Zuid Europa trokken we dwars door het grote Frankrijk met eindeloze velden geel koolzaad, bestemd voor de productie van biodiesel. We kwamen door veel half leegstaande dorpen en we reden langs heuvels met wouden van windturbines. Op de terugweg door Zuid Duitsland vielen juist de enorme velden met duizenden zonnepanelen op. In beide gevallen wordt landbouwgrond gebruikt voor energieproductie, maar welke methode is nu beter?

### *Koolzaad en biodiesel*

Een hectare goed bemeste landbouwgrond levert 1300 liter koolzaad. Wereldwijd wordt 23 miljoen ha landbouwgrond gebruikt voor productie van 65 miljoen ton koolzaad, waarvan ca 30 miljard liter olie wordt gemaakt voor biodiesel. De rest van de plant vindt toepassingen als diervoeder. Alleen al in Frankrijk wordt dankzij diverse stimuleringsregelingen voor biodiesel 1,5 miljoen ha koolzaad verbouwd. De energie inhoud van koolzaadolie is ca 12 kWh per liter, maar een groot deel van die energie (45%) is er eerst in de vorm van fossiele energie voor de fabricage van kunstmest en voor mechanische bewerkingen ingestopt (<https://www.nemokennislink.nl/publicaties/biodiesel-uit-koolzaad-slurpt-energie>). Bovendien is het energierendement van een dieselmotor in het verkeer slechts 40%. Uiteindelijk levert een hectare koolzaad slechts 3,4 MWh aan nuttige bewegingsenergie in voertuigen met dieselmotor. Een type aandrijving dat we eigenlijk niet meer willen en dat over twintig jaar verleden tijd is.

### *Zonneparken*

Een hectare met zonnepanelen kan echter ongeveer 1300 MWh elektrische energie per ha leveren (1/3 van het oppervlak blijft vrij en 1 m<sup>2</sup> PV paneel levert 200 kWh per jaar). Daarmee kunnen

elektrische voertuigen met een rendement van 85% voortbewogen worden, dus netto levert één ha zonnepark 1105 MWh aan bewegingsenergie voor voertuigen. De verhouding zonnepark/biodiesel is dus 325 tegen 1.

### *Nederland, een land van gras en gas*

Nederland levert met 4000 ha koolzaad maar een kleine bijdrage aan de productie van biodiesel. Nederland is een grasland en ook uit gras kan je energie maken in de vorm van biogas. Een idee waar men in het VK warm voor loopt (<https://www.ecotricity.co.uk/our-green-energy/our-green-gas/campaign-for-green-gas/green-gas-report>). Biogas is na enige voorbehandeling direct in het bestaande gasnet te gebruiken voor verwarming en heeft dan een hoog rendement. De energieopbrengst per hectare is dan 15 keer zo hoog als via koolzaad en biodiesel zodat we op deze manier ruim 50 MWh nuttige energie per hectare zouden kunnen oogsten.

Nederland heeft in totaal 2,7 miljoen ha gemaaid grasland. De opbrengst is ongeveer 5 miljard kg droge stof. Via biogas installaties zouden we al het gemaaid gras in ons land kunnen omzetten in 16,5 TWh<sup>1</sup> bruikbare energie, maar dat doen we niet omdat we jarenlang voor circa 500 TWh per jaar goedkoop aardgas uit Groningen konden halen. Ons gras wordt daarentegen volledig gebruikt voor het voederen van onze veestapel. Dat levert vlees en zuivel en daarmee verdienen we veel meer. Overigens maken we wel biogas uit gras maar dat gebeurt in het maagdarmstelsel van onze koeien en schapen. Dit gas komt vrij via boeren en scheten en verdwijnt onbruikbaar naar de atmosfeer. Daar draagt het in belangrijke mate bij aan het broeikas effect, waardoor de aarde opwarmt.

Zouden we daarentegen slechts 1% van ons grasland (27.000 ha) inrichten als zonneparken, levert dat 35 TWh bruikbare stroom. Dat lijkt niet veel ten opzichte van ons huidige totale

---

<sup>1</sup> 1 MWh = 1000 kWh en 1 TWh is miljard kWh



energiegebruik, maar dat is het wel in vergelijking met wat we in de toekomst nodig hebben.

### *Besparing door moderne technologie*

Op dit moment verstoken we in Nederland aan fossiele energie (olie, kolen en gas) zo'n 765 TWh. Het meeste daarvan gaat echter als nutteloze warmte verloren door de inefficiëntie van de oude technologie. Bij kolen- of gasgestookte energiecentrales gaat 65% verloren, bij motorvoertuigen circa 80% en bij conventionele verlichting 90%. Vanwege het goedkope aardgas hebben we verzuimd de huizen en gebouwen goed te isoleren.



Door inzet van moderne technologie zoals warmtepompen en isolatie kunnen we ons totale gebruik, zonder aan luxe in te leveren, terugbrengen tot 185 TWh. De bijdrage van zonneparken op 1% van ons grasland zou dan op bijna 19% van ons totale energiegebruik komen. Die 27.000 ha aan gras zouden we gemakkelijk kunnen vinden op wegbermen en kleine percelen die voor voedselproductie niet rendabel zijn. Het zonnepark op een afgewerkte stortplaats te Geldermalsen is daar een mooi voorbeeld van (*Gelderlander, regio nieuws Maas en Waal, 17 mei*).

## De friskijkers en omdenkers komen er aan

---



Na diverse lezingen en twee boeken van Professor Jan Rotmans weet ik het niet meer zo net. 't Is niet dat de grote veranderingsgoeroe niet duidelijk is of niet overtuigend genoeg spreekt of schrijft. Bij elke zin van zijn pleidooi, denk je in eerste instantie: “Ja, net”. Zijn bezielende, haast spirituele optimisme wekt na enige tijd bij mij echter vraagtekens op. Ik zou graag willen dat hij gelijk heeft. Dat we aan de vooravond van een “revolutionaire, fundamentele en onomkeerbare transformatie” staan. En vooral, dat die omwenteling, die enorme “schaalsprong”, zich nog op tijd zal voltrekken.

Mijn probleem is alleen de snelheid, of beter gezegd het snelheidsverschil tussen mentale processen, maatschappelijke processen en het natuurlijke proces van de klimaatverandering. Als evolutiebioloog weet ik heus wel dat veranderingen, mits geleidelijk, kunnen aanzetten tot aanpassingen. Maar ik weet ook dat snelle veranderingen geen aanpassing geven maar selectie of zelfs leiden tot het uitsterven van soorten. We hebben het hier echter niet over evolutie van genetisch materiaal en miljoenen jaren maar over mensen, tradities, wetten en tientallen jaren. Onze beschaving verandert niet meer door selectie van de “willing” en uitsterven van de “non willing” zodat we na een paar honderd generaties alleen nog “friskijkers en omdenkers” over hebben. Bij mensen leiden externe veranderingen in eerste instantie tot verzet en vertragingstactieken en die zijn heftiger naarmate de veranderingen groter zijn.

Jan Rotmans beschrijft zelf tal van voorbeelden waarom aanpassing niet lukt. Omdat we bang zijn voor verandering, omdat we te groot en te log zijn, omdat we zitten vastgeroest in bureaucratische structuren of omdat er te grote belangen in het

geding zijn. Of omdat we altijd maar "Ja maar" zeggen en ons oude denkraam niet willen verlaten. Hij zegt terecht dat het probleem voornamelijk tussen onze oren zit, maar dat lijkt mij nu juist helemaal geen geruststellende diagnose voor wat betreft de snelheid. Ik had liever dat het een technisch probleem was.

Hij zegt ook dat we van een "verticale top down organisatie naar een horizontale zelfsturende bottom up organisatie" moeten. Zijn woordkeus is rijk, maar ik vrees dat de hoeveelheid vergaderingen vanwege verschillende meningen en belangen een enorme vertraging met zich mee zal brengen. Hij voorspelt chaos in de overgangsfase, maar vanuit een optimistische organische evolutie ("elke crisis is zuiverend") waarbij we van onze fouten leren, komen we er beter uit.

Of niet, denk ik dan. Want teleurstellingen leiden immers meestal tot frustratie en de eerste tekenen van chaos zullen de tegenstanders versterken. Ze zullen zeggen: "Zie je nu wel !"

Het is ook maar zeer de vraag of de kleine groepjes van idealistische veranderaars, de friskijkers en de omdenkers, zich als "inktvlekken zullen vermenigvuldigen en elkaar als vliegwielen zullen versnellen". Waarom zouden ze niet net als onze politici zwichten voor de chantage door bedrijven die dreigen het land te verlaten of dreigen met werkloosheid? De kans is groot dat we al heel snel op onze schreden moeten terugkeren omdat de talloze klimaatrampen, zoals overstromingen, extreme droogte periodes, branden en stormen en vooral heel veel vluchtelingen, ons inhalen en zo veel geld gaan kosten dat we ons geen experimenten meer willen veroorloven. We kunnen vrij gemakkelijk in politieke verlamming geraken door onderlinge conflicten, patstellingen of oorlogen. We kunnen al bij het begin van de chaos getroffen worden door een complete IT- en internet-blow-down doordat een enkele kwaadwillende idioot, waaraan in het geheel geen gebrek lijkt te zijn, alle computers plat legt. Ook de

geschiedenis stemt niet optimistisch over de snelheid van onze aanpak.

Uit een aardig artikel van Andy Miles pikte ik een paar historische data ter illustratie van onze reactiesnelheid ([cleantechnica.com/2018/02/03/science-global-warming-causes-prevention-climate-change-part-1/](http://cleantechnica.com/2018/02/03/science-global-warming-causes-prevention-climate-change-part-1/)).

Al in 1820 begreep Joseph Fourier het principe dat infrarode straling die van de aarde terug straalt, door CO<sub>2</sub> in de atmosfeer wordt geabsorbeerd. In 1859, werd het overtuigend in een proefopstelling gedemonstreerd door John Tyndall die behalve de rol van CO<sub>2</sub> ook de nog grotere rol van waterdamp aantoonde. In 1896 legde Svante Arrhenius het verband met het verbranden van fossiele brandstoffen en veronderstelde hij een directe relatie tussen de CO<sub>2</sub> concentratie in de atmosfeer en de temperatuur op aarde. Hij gebruikte voor het eerst het woord broeikasgaseffect. In 1938, waarschuwde G.S. Callendar er al voor dat de stijgende CO<sub>2</sub> concentratie de aarde zou opwarmen en omstreeks 1950 werd dit al door de meeste wetenschappers geaccepteerd. In 1959 waarschuwde de natuurkundige Teller de Amerikaanse olie-industrie er voor dat een 10% hogere CO<sub>2</sub> concentratie gepaard zou gaan met het smelten van de ijskappen waarbij New York en een heleboel andere kustplaatsen onder water zouden komen te staan.

Vanaf 1977 waarschuwde James F Black, een topwetenschapper van Exxon, zijn managers. Zij lieten aanvullend onderzoek doen en schrokken van de consequenties voor hun business. In 1979 werd er een omvangrijk wetenschappelijk rapport gepubliceerd waarin werd voorspeld dat er in het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw een verdubbeling van de CO<sub>2</sub> concentratie zou plaatsvinden gepaard gaande met een opwarming tussen 2 en 3,5 °C gemiddeld en 10 °C aan de polen en drastische regionale veranderingen van het klimaat. Tegen het einde van 1980 begon Exxon met een grootscheepse campagne om twijfels te zaaien.

In deze campagne werd door Exxon meer geld geïnvesteerd dan ooit zelf aan onderzoek was besteed.

In 1988 werd het Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) door de VN opgericht en vanaf dat moment werkten meer dan 2000 wetenschappers over de hele wereld samen aan een serie rapporten.

In 1992 werd in Rio de Janeiro het eerste klimaatverdrag gesloten met 192 landen.

Na het vijfde IPCC rapport in 2013 was de zekerheid bijna 100% en waren de modelberekeningen zo ver verbeterd dat men grafieken kon presenteren over de temperatuur bij verschillende scenario's van maatregelen.

Ruim twintig jaar na Rio, in 2015 werd in Parijs een akkoord gesloten en dit werd in 2017 door 195 landen geratificeerd.

We zijn dus meer dan 100 jaar bekend met het probleem en genoeg gewaarschuwd, maar de uitstoot van broeikasgassen neemt nog steeds toe met 2% per jaar. Nederland is al voor 6% duurzaam, waarvan ongeveer de helft dankzij het opstoken van hout uit Canadese bossen. Maar dat is het verleden. Het klimaat is intussen in het nieuws en we gaan er wat aan doen, zeggen we.

Intussen blijft het klimaat niet wachten tot het eindelijk een keer bij ons tussen de oren doordringt dat het werkelijk ernst is. De voorspellingen van het IPCC-6 van 2018 zijn waarschijnlijk nog te optimistisch omdat in de modellen geen rekening is gehouden met een reeks versnellers zoals de afname van het albedo effect als het Arctische zee-ijs gesmolten is, het vrijkomen van gigantische hoeveelheden methaan uit de permafrost en uit de arctische zeebodem, de toenemende meandering van straalstromen, veranderende zeestromingen, hogere luchtvochtigheid, afstervende koralen en uitgestrekte bosbranden. Een groep wetenschappers onder de schuilnaam Sam Carana deed dat wel

en heeft berekend dat we vanwege al deze versnellingen al omstreeks 2026 uitgestorven zouden kunnen zijn omdat de aarde dan al 10 °C kan zijn opgewarmd (<http://arctic-news.blogspot.nl/>). Dat lijkt een worst case scenario maar dat we omstreeks 2050 de 3 graden opwarming gepasseerd zullen zijn, is voor vrijwel alle wetenschappers wel zeker.

Reden genoeg om haast te maken zou je denken maar ik zie daar nog niet veel van.

Tegenover iedere groep idealistisch gedreven vrijwillige frisdenkers en omdenkers ontstaan helaas meerdere groepen van rechtsextremistische klimaatontkenners en andere weggijkers. Tegenover elk nieuw dak met zonnepanelen om de CO<sub>2</sub> uitstoot met 1,5 ton per jaar te verminderen worden tien vliegvluchten Thailand, Australië, en Nieuw Zeeland geboekt waarmee honderd keer zo veel CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten. Elke besparing door vervanging van een energie slurpende ouderwetse beeldbuis staat tegenover een modern LED scherm dat tien keer zo groot is en bovendien de hele dag aan staat. Elke 10% verbetering van de efficiëntie van de verbrandingsmotor in de voorbije 10 jaar staat tegenover een verdubbeling van het gewicht per auto en ook een verdubbeling van het aantal auto's. Tegenover elke keer dat ik de fiets pak voor een ritje van 4 km naar de supermarkt staat dat twee andere mannen wel met de auto gaan en dan de motor rustig een half uurtje stationair laten draaien terwijl ze met airco of kachel aan op hun vrouw zitten te wachten. Tegen elk plan voor windparken of zonneparken staat een aantal boze burgers op om dit met NIMBY argumenten te verhinderen en tegenover elke vleesvrije dag per week staan diverse BBQ's waarbij per persoon meer dan een pond vlees wordt weggewerkt.

Behalve enthousiaste menigtes met jeugdige strijders voor meer duurzaamheid of bondgenootschappen van ouderen die bezorgd zijn om hun kinderen, zie ik overal onverschilligheid, fatalisme,



koppen in het zand en vooral veel verre reizen en feesten, heel veel feesten. En daar hebben die doemdenkers zoals ik geen enkele invloed op.

Toch zou ik heel graag geloven dat Jan Rotmans gelijk heeft en dat zijn revolutie tussen de oren van de mensen gaat plaatsvinden, maar ik zie voorlopig nog zo weinig dat daar op wijst dat ik nauwelijks kan geloven dat er tussen onze oren snel heel veel zal veranderen. Zelfs als dat zou gebeuren, blijft de wereld voorlopig om geld draaien.

Ik verwacht dan ook veel meer van een heel andere revolutie. Veel minder leuk maar wel veel sneller. We koersen af op een economische crisis die zijn weerga niet kent. Die kan vrij snel ontstaan door klappende bubbels van het financiële systeem, of geleidelijk door oplopende schade die het klimaat met zich mee gaat brengen, door stagnerende groei in bepaalde sectoren en regio's of door het instorten van big fossil en alles wat daar direct en indirect aan vast zit. Door die crisis zal de CO<sub>2</sub> uitstoot drastisch omlaag gaan en dat geeft ons iets meer tijd. Indien dat vervolgens gepaard gaat met een razendsnelle omschakeling van het grote kapitaal naar investeringen in duurzame technologie kunnen we nog net gered worden. Dat gebeurt dan niet omdat klimaatgoeroes of transitiedeskundigen zeggen dat het moet, maar alleen omdat alleen dáár nog geld mee te verdienen valt. Dit beeld is minder idealistisch geef ik toe, en helemaal niet leuk, maar wel zo realistisch. Alleen de macht van het grote kapitaal is groot genoeg om alle tegenstribbelaars te overstijgen en alleen de vlucht van het vrije kapitaal is snel



genoeg. Niemand houdt een kapitaalvlucht tegen en als de crisis eenmaal uitbreekt op de beurzen zal het razend snel gaan. Daarvoor is dan geen enkele verandering tussen de oren van de mensen nodig en zelfs de allerdomste tweeteraar onder de Republikeinen zal het omarmen.

## In negen jaar 90% minder

---

Na tien jaar trouwe dienst in de vorm van 200.000 km mobiliteit heeft onze 15 jaar oude Citroën Berlingo Diesel afgedaan. Hoewel nog niet de geest gegeven, vonden we het bij een stand van 330.000 km op de teller en hoge aankomende onderhoudskosten, welletjes. Het beestje heeft ons veel plezier gegeven en, alles inbegrepen, 28 cent per km gekost en daarbij 37 ton CO<sub>2</sub> en de nodige kg roet en stikstofoxiden naar het milieu uitgeblazen zonder dat we daarvoor ooit één cent schadevergoeding hebben hoeven te betalen.

Sinds 1967 heb ik negen gebruikte auto's versleten. M'n eerste was een lelijk eendje van 1953 voor 400 gulden. Op één liter benzine van 60 cent kon ik 35 km rijden. De tiende auto is voor het eerst een spiksplinternieuwe.



Hoewel geen Tesla, toch een wonder van modern technisch vernuft en zeer comfortabel. We calculeren alles bij elkaar de kosten voor de komende tien jaar op 26 cent per km en omdat

hij op zonnestroom rijdt, is de uitstoot van roet, stikstof en CO<sub>2</sub> nul komma niks.

Met deze laatste investering is ons huishouden nu 90% duurzaam geworden. Dat wil zeggen onze totale CO<sub>2</sub> uitstoot is van 15 ton per jaar naar 1,5 ton per jaar gedaald. En dat alles ruim 22 jaar vóór de streefdatum van 2040 die sommige mensen als onhaalbaar beschouwen.



In 2009 kochten we onze eerste set zonnepanelen waarmee het gehele elektraverbruik in het huis opgewekt wordt. Daarna in 2016 volgde een tweede investering voor nog een set panelen in combinatie met een warmtepomp. Hiermee is ons gasgebruik met 90% gedaald.

In deze periode hebben we ook onze zoon de deur uit gedaan en zijn we overgegaan naar steeds meer vleesvrije dagen per week. Ten slotte zijn we ook gestopt met vliegvlagen.

Rest nog onze vakanties met de kampeerbus op diesel en de consumptie van zuivel en de resterende vleesdagen. Over de duurzame leefstijl van onze studerende zoon hebben we twijfels. Alleen al zijn vliegvlagen, waarvan hij zegt dat die bijna niets kosten, geven méér CO<sub>2</sub> uitstoot dan een gemiddeld Nederlands huishouden in een heel jaar.

Al met al hebben we dus wel wat geïnvesteerd en iets opgeofferd, maar ook heel veel bespaard. Over de afgelopen tien jaar plus de komende tien jaar berekend, zullen we zelfs anderhalf keer meer bespaard hebben dan geïnvesteerd. Het is dus zowel haalbaar als betaalbaar.



Belangrijker dan het geld is echter dat als wij straks bij Petrus aan de hemelpoort kloppen, dat we dan voldoende groene certificaten hebben om ons ongeloof en alle overige zonden te compenseren en binnen te mogen komen.

## De Telegraaf zaait onnodig angst

---

In De Telegraaf van 14 april schrijft Joris Polman dat het Nederlandse landschap er aan gaat omdat we straks 73.800 windmolens op land en 56.200 molens op zee nodig zullen hebben. De rekensom geeft hij er niet bij. Daarom maak ik die maar even op de achterkant van een sigarendoos want zo moeilijk is dat echt niet.

Nederland gebruikt ruwweg 750 miljard kWh energie uit fossiele brandstoffen (kolen, gas en olie) en vanwege de opwarming van het klimaat hebben we de intentie om daarmee te stoppen. Volgens de afspraken van Parijs zou het uiterlijk 2050 afgelopen moeten zijn. Op grond van de gebruikte hoeveelheden en de energie-inhoud, eenduidig uitgedrukt in kWh per kg kool, per liter olie en per kuub gas, valt te herleiden dat ons gebruik ongeveer als volgt is opgebouwd:

Totaal energiegebruik Nederland	in TWh/j (1 TWh= miljard kWh)
Motorbrandstoffen	135
Steenkool en gascentrales	237
Gas en diesel voor WKK*	40
Gas voor verwarming + industrie	338
Import groene stroom	15
<b>Totaal</b>	<b>765</b>

\*WKK is de warmte/kracht koppeling waarbij niet alleen de opgewekte stroom maar ook de warmte van een generator benut wordt.

We kunnen het gebruik van fossiele brandstoffen stoppen door volledige elektrificatie van alle toepassingen die nu op gas, olie en kolen draaien en de benodigde stroom duurzaam op te wekken. Maar hoeveel stroom hebben we daarvoor nodig? En hoeveel windmolens en zonnepanelen?

Windmolens op land hebben gemiddeld een capaciteit van 3 MW en produceren elk minstens 6,6 miljoen kWh per jaar. Windmolens op zee hebben straks een capaciteit van gemiddeld

6 MW per stuk en produceren elk 15 miljoen kWh/j. Met het door De telegraaf genoemde aantal zou de productie op  $73.800 \times 6,6$  miljoen +  $56.200 \times 15$  miljoen = 1320 miljard kWh/j komen.

Dat is dus 1,76 keer zo veel als ons huidige energiegebruik uit fossiele brandstoffen. Mogelijk is er met een fantastische economische groei van ca 2% per jaar tot het jaar 2050 gerekend en is aangenomen dat ons energiegebruik evenredig meegroeit.

De berichtgevers zien echter een kleinigheidje over het hoofd. Van de 750 miljard kWh die we nu aan fossiele brandstoffen verstoken, gaat zeker 255 miljard ongebruikt als warmteverlies de lucht in. Dat komt door hopeloos achterhaalde technologie.

Dat kan anders. Doordat we overschakelen op elektrische auto's met een energierendement van 80 – 90% en op decentrale windmolens en zonneparken met minder dan 10% verlies, winnen we al een heleboel. De grootste klap kunnen we maken door van gasverwarming over te stappen naar warmtepompen. Deze halen de energie uit de lucht of uit de bodem met een rendement van 400%. Dus in plaats van 4 kWh uit gas te halen, besteden we 1 kWh elektriciteit voor dezelfde opbrengst aan warmte. Ook door isolatie van woningen en gebouwen is nog veel te besparen en tenslotte zal door procesverbetering in de industrie en de overgang naar LED-verlichting nog heel veel te besparen zijn.

Ik heb een globale schatting gemaakt van de mogelijke besparingen door minder verlies bij moderne technologie en kom tot de conclusie dat we straks geen 1320 miljard kWh duurzame stroom nodig hebben maar ongeveer 185 miljard, waarvan we er 170 miljard zelf moeten opwekken. Als we dat voor 40% met zonneparken doen en daarvoor 1% van ons grasland opofferen en de rest met windmolens opwekken, is er nog ruim 100 miljard kWh (=100 TWh) aan windenergie nodig.

	TWh
Huidig gebruik primair uit fossiel	765
Van benzine/diesel naar elektrisch scheelt	100
Van gas/kolen centrale naar PV en Wind scheelt	165
LED en procesindustrie	35
Warmte Isolatie	100
Van Gasverwarming naar Warmtepomp	180
<b>Totale besparingen</b>	<b>580</b>
Rest behoefte	185
Import groene stroom	15
Zelf op te wekken	170

Per eind 2017 produceren de molens op land nog maar ca 7 TWh en op zee ca 3,7 TWh. We hebben dus nog wel een eindje te gaan.

We zouden uiteindelijk met 9.000 moderne molens kunnen volstaan en De Telegraaf zaait dus lekker paniek met een getal dat ruim 14 keer zo groot is. Als we er 5000 op zee plaatsen, kunnen we met 4000 molens op land volstaan. Er staan er nu al 2300, maar die zijn veelal klein en verouderd.

Maar nee: “Het Nederlandse landschap gaat er aan” schrijft de krant en vraagt de lezers of we wel 130.000 windmolens willen. De krant vergeet daarbij dat ons land al voor een groot deel geasfalteerd is en dat je zo ver niet kunt gaan en kijken of er staan auto’s in lange rijen voor je neus. De grote wegen zijn omzoomd met geluidswallen die vol gekladderd zijn met graffiti, de randen van dorpen en steden zijn “versierd” met gigantische reclameborden en volgebouwd met de allerlelijkste industriële bouwsels die architecten konden bedenken. Vanwege de woningnood voor mensen met een smalle beurs wordt Nederland volgebouwd met de meest afschuwelijke saaie en monotone nieuwbouwwijken waarbij de krappe tuintjes, als die er al zijn, veelal bestaan uit een dikke laag kiezels met stapstenen en kabouters bij een afgedankte wasteil als vijver.

**We moeten niet de vraag stellen of we zoveel windmolens willen, maar of we bereid zijn het licht uit te doen, geen TV te kijken, geen auto's meer te rijden, niet meer te vliegen, de was met de hand te doen en alle communicatie weer per postduif te laten gaan.**

Moderne windmolens zullen trouwens niet in de steden komen, en ook niet in de nieuwbouwwijken waar de meeste mensen wonen. Langs de ca 10.000 km rijks- en provinciale snelwegen zouden in principe al meer dan voldoende namelijk 30.000 windmolens geplaatst worden, zonder dat het geluid van de wieken boven het geraas van de auto's uitkomt. Dat zal vast niet overal mogelijk zijn, maar dat is dus ook helemaal niet nodig. Hierboven berekende ik immers dat we met 4.000 op land kunnen toekomen. In de dorpen van de landelijke gebieden zou men ze kunnen horen, ware het niet dat men oortjes in heeft of de TV heeft aan staan of dat er altijd wel een buurman op een grasmaaier zit of met een bladblazer bezig is om ons dierbare Nederlandse landschap netjes te houden.

Maar nee, volgens De Telegraaf moet het volk bang gemaakt worden en opgehitst met fake nieuws. Een dag later schrijven de kranten dat de landbouw bedreigd wordt door zonneparken en dat we in de straten van dorpen en steden gek zullen worden van het gebrom van alle warmtepompen. Het is duidelijk dat de invloed van de gebroeders Koch ook De Telegraaf heeft bereikt.



## Het kan nog

---

Kent u Peter Wadhams? Nee? En Paul Beckwith dan, ook niet? Maar Guy Mc Pherson kent u toch wel, hoop ik.

Nou, zo niet, dan is het misschien maar beter ook, want van hun schrijfsels wordt je beslist niet vrolijk. Maar ik kan me vergissen. Wellicht houdt u wel van cruel, murder en crime. Immers de TV geeft dagelijks op een tiental kanalen niets anders dan gewelddadig amusement en ook het nieuws wordt geheel gedomineerd door ellende. Er is kennelijk een markt voor het hele erge.

Dus waag ik het er toch maar op om iets over het angstaanjagende gedachtengoed van deze heren te schrijven. Ze zijn trouwens niet alleen, maar behoren bij een groep van ruim 30 zeer geleerde specialisten, geofysici, oceanografen en klimatologen, die regelmatig bloggen via *Arctic-news.blogspot.com*.

Volgens het laatste IPCC 6 rapport van oktober dit jaar is er nog een kans dat we onder de 1,5 graad opwarming kunnen blijven. Dat was hoopvol nieuws, maar het slechte nieuws was dat we daarvoor nog maar 12 jaar de tijd hebben en dat er onmiddellijk en door iedereen drastische maatregelen moeten worden getroffen. De bovengenoemde professoren doen er echter nog een schepje bovenop. Volgens hen is het bijna onvermijdelijk dat we omstreeks 2026 zullen zijn uitgestorven vanwege ruim 10 graden temperatuurstijging (<http://arctic-news.blogspot.com/p/extinction.html>). U kunt er nu voor kiezen om niet verder te lezen.

### Argumenten vanuit de geofysica

Voorspellen op grond van een glazen bol is één ding, doemdenken is van alle tijden en fake-nieuws is in, maar wetenschappelijke argumenten maken, op mij althans, meer

indruk. Hun wetenschappelijke kritiek op het, in hun ogen veel te optimistische IPCC 6 rapport, valt uiteen in de volgende argumenten:

1. De referentie naar de gemiddelde temperatuur tussen 1850 en 1900 deugt niet. Zij stellen dat dit juist een uitzonderlijk warme periode was, vanwege enorme ontbossing met massale verbranding van gekapt bos en gebruik van kolen. En ook dat er in de periode na 1900 juist veel zwavel aerosolen in de atmosfeer kwamen die juist voor afkoeling zorgden. Daardoor wordt de helling van de lijn in de tijd nogal verzwakt en als je die foute helling vervolgens lineair doortrekt, krijg je een nog grotere fout voor de toekomst. Volgens hen moeten we de opwarming refereren aan de pré-industriële periode rond 1750. Als we dat doen zijn we de 1,5 graad al gepasseerd.

2. Het praten over een gemiddelde voor de hele wereld en over het hele jaar geeft een veel te rooskleurig beeld over de werkelijke gevaren van klimaatopwarming. Juist de lokale (steden) en regionale pieken veroorzaken nu reeds enorme schade. Zo zijn er in verschillende periodes en streken al maandgemiddelden geregistreerd die 2 tot 10 graden Celcius hoger zijn dan in de pré-industriële periode. (Ik zou daar de Nederlandse zomer tot en met half oktober van 2018 aan toe kunnen voegen.)

3. Opwarming ijlt ongeveer 10 jaar na op de atmosferische concentratie van broeikasgassen. Dat betekent, met een halveringstijd van ruim duizend jaar voor CO<sub>2</sub>, dat we nog een flink stuk verder zullen opwarmen, ook als we nu onmiddellijk volledig zouden stoppen met elke emissie.

4. De positieve feedbacks, (terugkoppelingen die het effect versterken) die op gang komen door het overschrijden van een kantelpunt (tipping point), worden onvoldoende belicht. De bekendste zijn:



- ✚ Het wegvallen van het albedo effect als het Arctische drijfijs weg is.
- ✚ De spectaculaire regionale klimaatverandering door vertraging van de straalstromen.
- ✚ De verdere afname van de zwavel emissie.
- ✚ De stijging van de hoeveelheid waterdamp als één van de sterkere broeikasgassen ten gevolge van warmere zeeën en oceanen.
- ✚ De toename van methaan-uitstoot vanuit Arctische mariene sedimenten en ontdooiende toendra's. Daarbij ook een verkeerde inschatting makend voor het opwarmend effect van methaan omdat in het Arctisch gebied de halfwaardetijd voor methaan veel langer is dan in de tropen en op de ons resterende termijn van circa 20 jaar één kilogram methaan tot minstens 100 à 150 keer zo veel effect heeft als één kilogram CO<sub>2</sub>.

Op grond van deze vijf sterkste positieve terugkoppelingen (er zijn er nog een paar meer) verloopt de opwarming niet lineair maar exponentieel en vanaf een bepaald punt onomkeerbaar. Ze noemen dat de “Runaway Global Warming” waarvoor ze al sinds 2007 waarschuwen. Met elkaar schatten ze dat deze factoren bijdragen aan ruim 10 graden verhoging. Een dergelijke verhoging zullen wij, en vele planten en dieren met ons, niet overleven zodat we afkoersen op een totale uitsterving (“*Will humans be extinct by 2026?*”).

De geleerde bloggers van Arctic-News stellen daarom dat er helemaal geen carbon-budget is dat we nog tot 2050 kunnen opvullen, maar dat er nu al een carbon-schuld is die we alleen kunnen weggrijpen door actief CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer te gaan halen en wel half zoveel per jaar als we er tegenwoordig nog in laten komen. De scenario's in het IPCC rapport, waarbij we nog wel een poosje doorgaan met het verstoken van fossiele brandstoffen, zijn volgens hun geen reële mogelijkheid.

## *Excentrieke doemdenkers?*

Het is zeer verleidelijk om deze professoren van arctic-news.blogspot.com als een clubje doemdenkers af te doen en over te gaan tot de orde van de dag.

Helaas lukt dat niet helemaal want Peter van Vliet van Duurzaamnieuws.nl maakte me attent op een artikel in motherboard.vice.com ([https://en.vice.com/en\\_us/article/43e8yp/the-uns-devastating-climate-change-report-was-too-optimistic](https://en.vice.com/en_us/article/43e8yp/the-uns-devastating-climate-change-report-was-too-optimistic)) waarin een overzicht is opgenomen van een hele serie andere geleerden die ook menen dat het IPCC 6 rapport te optimistisch is.

Verwijzend naar James Hansen die al in 1980 als hoofd van NASA Goddard Space Institute for Space studies voorspelde dat het vanwege de bovengenoemde feedbacks helemaal fout zou gaan met het klimaat, komen zij tot de conclusie dat de huidige 410 ppm CO<sub>2</sub> teruggebracht moet worden tot onder de 350 ppm om het gevaar te keren. Geen mens weet hoe we dit zouden moeten doen.

Het overzicht citeert diverse geleerden die het IPCC verwijten dat ze deze feedbacks niet in de modellen hebben meegenomen. Dit zou het onvermijdelijke gevolg zijn van de noodzaak om tussen duizenden geleerden overeenstemming te bereiken over een eindtekst, terwijl rondom het moment en de omvang van de feedbacks te veel onzekerheid bestaat. Een ander punt van kritiek is dat het rapport, en vooral de samenvatting voor beleidsmakers, helemaal geen melding maakt van de maatschappelijke ontwrichting in de vorm van voedselgebrek, massamigratie en conflicten die zullen uitbreken als het klimaat op hol slaat. Om maar te zwijgen over gele hesjes revoluties als men dreigt iets te moeten inleveren.

Het derde grote kritiekpunt betreft het irrationele geloof in technologische wonderen. Terwijl de technologie om CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer te halen ('BECCS,' staat voor 'bioenergy with

carbon capture and storage') nog nergens op een redelijke schaal operationeel is, of ook maar in de verste verte economisch haalbaar is gebleken, gaan de IPCC scenario's daar wel van uit. Een vergelijkbaar onrealistisch vertrouwen bestaat er in kernenergie.

Tenslotte luidt de kritiek dat de economische consequenties van de benodigde transitie dermate ingrijpend zouden zijn, dat het vrijwel ondenkbaar is dat de huidige kapitalistische economie met groei en winst als enige uitgangspunten, dit zou kunnen verdragen. Alleen bij een complete door de hele wereld doorgevoerde totale omwenteling van het economische systeem zou het eventueel haalbaar zijn om de emissies in voldoende mate terug te brengen.

### *Hoe te reageren?*

Wat moeten we met zoveel pessimisme? Ik zou kunnen eindigen met de uitdrukking "Vergeet het maar, het zijn zomaar wat meningen" want dat lijkt ook de reactie van de meeste consumenten, beleidsmakers, grote industriëlen en kapitalisten te zijn, die schouderophalend gewoon doorgaan met waar ze mee bezig waren. Zij hebben wel iets anders aan hun hoofd. "Vergeet het maar" kan ook fatalistisch opgevat worden en ook die reactie meen ik veelvuldig waar te nemen. "Zo is het dan maar" en "Het zal mijn tijd wel duren" hoor ik vaak. Dat kan dan weer omslaan in "Nog even genieten voor het te laat is". En ook dat lijkt te gebeuren getuige de toename van het aantal verre vakantiereizen, het aantal massale events met niet aan te slepen hoeveelheden XTC en andere pillen en geluidsvolumes die elke rationele gedachte uit de hersens verdrijven. Toch zijn dat allemaal geen verstandige reacties en misschien is het daarom nog niet zo slecht dat IPCC 6 nog een greintje hoop biedt. D'r tegenaan zou ik zeggen.

## Wiebes doet veel te moeilijk

---

Op weg naar een nationaal klimaat akkoord, met de hete adem in de nek van Urgenda en het alarmerende zesde rapport van het IPCC, liggen VVD minister Wiebes en CDA voorman Buma dwars: “Alles goed en wel, maar het moet wel betaalbaar blijven” En ook: “We mogen het bedrijfsleven niet te hard aanpakken want dan gaat het ten koste van onze economische groei.”

Teneinde de industrie te stimuleren en te zorgen dat die met het buitenland kan concurreren, hebben we in het verleden gestaffelde tarieven voor de energiebelasting op aardgas en elektriciteit ingevoerd. Naarmate er meer verbruikt wordt, is de energiebelasting lager. Dat is in strijd met het principe “De vervuiler betaalt.” Dergelijke afspraken zijn overigens ook in de ons omringende landen gemaakt, waardoor het uiteindelijk op de concurrentie eigenlijk weinig effect heeft. Dit wordt echter gezien als een reden te meer om dit principieel foute stelsel te handhaven.

Het is niet alleen principieel fout maar ook contraproductief. Omdat de tarieven voor grootgebruikers zo laag zijn, bestaat er bij hen te weinig financiële prikkel om te verduurzamen. Daarom zijn er voor de bedrijven subsidies zoals een SDE subsidie van ca € 6 – 8 miljard per jaar en zijn er gunstige aftrekregelingen inkomstenbelasting zoals EIA, KIA etc. Al die regelingen vereisen een enorme administratieve rompslomp en dragen bij aan de overbelasting van de belastingdienst.

Voor de kleingebruikers zoals huishoudens zijn de tarieven veel hoger, maar die kunnen genieten van een salderingsregeling indien ze zelf duurzame stroom opwekken. Voor gas kan dat niet.

Dan zijn er nog belastingvrijstellingen voor mensen die via een lokale energie-coöperatie collectief investeren in zonnepanelen. Deze “Regeling verlaagd tarief” vormt het toppunt van

administratieve omslachtigheid en parasiteert op de inzet van duizenden vrijwilligers.

Desondanks zijn die regelingen een redelijk groot succes, te groot zelfs, want de staat loopt erg veel belastinginkomsten mis.

Als alle 8 miljoen huishoudens in Nederland geen gas meer gebruiken en alleen nog duurzame stroom gebruiken die ze zelf



belastingvrij opwekken, zou de staat 7 miljard minder belasting ontvangen. De minister denkt er daarom aan om die regelingen weer te gaan veranderen. Kennelijk is bij CDA en VVD het verlies van een leefbare aarde nu eenmaal de prijs die we moeten betalen om de economie te redden.

Ik weet een veel eenvoudiger oplossing in drie stappen:

Stuur Rutte naar Brussel en laat hem niet terugkomen voordat :

- In Europees verband die belastingkortingen voor de grootgebruikers in alle landen in gelijke mate worden teruggebracht. Het argument van de concurrentie valt dan weg.
- In Europa geen energiebelastingen meer op duurzame elektriciteit worden geheven.
- Er gestopt wordt met subsidies en belastingkortingen.
- In Europees verband een uniforme CO<sub>2</sub> belasting wordt ingevoerd die voor elke vervuiler geldt, te beginnen met €30 per ton en in 15 jaar oplopend tot €130 per ton

Dat is dan nog steeds veel minder dan de €154 per ton CO<sub>2</sub> die huishoudens tegenwoordig al voor hun energiebelasting betalen, zodat dit geen reden zal zijn om met gele hesjes te gaan protesteren. De verminderde belastinginkomsten via huishoudens kunnen dan eenvoudig gecompenseerd worden door de tarieven

voor de grootgebruikers (iedereen met meer dan 170.000 m<sup>3</sup>/j en meer dan 50.000 kWh/j) te verhogen. Bij een geleidelijk in 15 jaar oplopend tarief wordt het gemiddeld €50 - €70 per ton CO<sub>2</sub> en komt er dan gemiddeld 10 cent per m<sup>3</sup> gas en 3,5 cent per kWh grijze stroom bij.

Als dit gebeurt, is er voor iedereen (particulieren, woningcoöperaties, bedrijven en energieleveranciers) een enorme financiële prikkel om in duurzame opwekking en isolatie te investeren. Kolencentrales zullen vrijwel onmiddellijk sluiten en de wind- en zonneparken schieten als paddenstoelen uit de grond, terwijl de elektrische auto's ook in overdrachtelijke zin niet aangesleept kunnen worden.

Die prikkel is zo groot dat de saldering kan worden afgeschaft en ook de SDE subsidie en de EIA en KIA regelingen. Afgezien van de besparingen met ca 8 miljard per jaar geeft dit een enorme verlichting van administraties en registraties. De belastingdienst kan dan eindelijk hun achterstand met de afhandeling van de erfbelasting gaan wegwerken.

Tot slot kan de staat geld besparen door niet in cassatie te gaan in de klimaatzaak van Urgenda omdat zal blijken dat de verduurzaming van onze energiehuishouding razend snel verloopt en wellicht nog sneller dan de rechter heeft opgedragen.

Toch is het rekensommetje nog niet volledig. Stel dat ergens in 2040 ook de bedrijven helemaal zijn overgestapt op duurzame energie. Dan zouden er helemaal geen belastinginkomsten meer via de energiebelasting of koolstofbelasting zijn. Geen nood.

Het IMF heeft in 2015 uitgerekend dat de indirecte kosten in de vorm van klimaatschade en gezondheidsschade jaarlijks 5,3 trillion US\$ bedragen. Die kosten (zogenaamde externalities) betalen we niet straks maar nu al met z'n allen zonder dat we het in de gaten hebben. We betalen het via schadeverzekeringen, ziektekosten, rampen, migratie problemen, dijkverzwaring, schadevergoeding door droogte enzovoorts. Omgerekend per

ton globale emissie van CO<sub>2</sub> equivalenten is dat ongeveer € 130 per ton.

Nederland zit in de buurt van 175 miljoen ton CO<sub>2</sub> en de schade via deze externalities bedraagt dus € 22 miljard per jaar. Tel uit je winst als onze energievoorziening straks geheel verduurzaamd is.





## We hebben veel knappe bolletjes

---

Nadat ik 20 jaar geleden voor de tweede keer in mijn leven het Westelijk deel van Nederland ontvluchtte, werd ik een echte provinciaal. Zo'n beetje wereldvreemd type die dagelijks met z'n huisdieren aan de gang is en in z'n tuintje zit te wroeten. Soms komen er stadse mensen langs die zeggen: "Mooie tuin, maar wel veel werk zeker? Ben je geen slaaf van je tuin?"

Een paar weken geleden werd ik uitgenodigd door GreenPeace om naar Amsterdam te komen voor een gesprek over het klimaat en het nieuwste rapport daarover van het IPCC. (Mocht u nog niet weten wat dat inhoudt, kijk dan bij [www.Duurzaamnieuws.nl](http://www.Duurzaamnieuws.nl) "1,5 graad, lukt dat nog wel?")

De moeite waard dus voor de verre reis. In Geldermalsen bond ik mijn ZOËtje aan de laadpaal, schudde mijn hoofd bij het oversteken van het spoor via een afschuwelijke constructie die daar tegen het prachtige karakteristieke stationnetje is geplakt. Ik dacht: "De architect die dit in zijn geleerde bolletje heeft uitgebreed moet wel een artistieke en culturele nitwit van een bijzondere duivelse aard zijn". Ik deed mijn pieppiepje en kocht een krant.

Ergens tussen Utrecht en Amsterdam keek ik even uit het raam over het weidelandschap met een eindeloze file auto's. Ik schudde mijn hoofd weer en dacht: "Wat bezielt die mensen toch om dagelijks een paar uur in zo'n file te gaan staan, terwijl de trein voorbij raast waarin je relaxed de krant kunt lezen". Niet iedereen in de trein leest trouwens een krant. Negen van de tien zit met een aaifoontje te appen, sms'en en vooral onzin weg te aaien of swipen. Een enkeling zit zelfs tegen het dingetje te brullen. En dat niet alleen in de trein waar de tijd gedood moet worden, maar ook op de perrons, tijdens het in- en uitstappen en.. ach eigenlijk overal. De ganse mensheid lijkt geheel verslaafd aan dat speeltje en ziet er daardoor nogal wezenloos

en robotachtig uit. Een soort télézombies. Ik schud mijn hoofd daar maar niet meer bij en denk: “Dat is nu eenmaal hun virtuele tuintje waarin ze al aaiend onkruid weg schoffelen.”

In de krioelende menigte vond ik mijn weg naar de pont over het IJ. Even kijken. Elke paar minuten komt er zo’n monsterlijke platbodem aan, die dan opeens een stuk of honderd haastige reizigers uitspuugt. Ze zitten al op de fiets of lopen er nog naast. Velen hebben een stiekeme hulpmotor, een aantal motoren stinkt als de hel en maakt lawaai, anderen hebben een grote bak aan de voorkant die met vrolijke stickers is beplakt. “Dat zullen die groenen zijn”, denk ik. Vrijwel allemaal zijn ze met hun aaifoon bezig terwijl ze zich een weg zoeken uit het gedrang. “Dat gaat fout” dacht ik, maar wonder boven wonder ging het goed. Hoe kan dat? Wat zit daar voor een mirakels systeem in onze bolletjes waardoor we met een half oog de medeweggebruikers in de gaten kunnen houden om de meest ingewikkelde manoeuvres te kunnen aansturen, terwijl we bezig zijn onze vriend, vriendin of baas te bellen om te zeggen dat we iets later komen?

Ik moest de andere pont hebben en zocht een bij mijn leeftijd passende zitplaats. Helaas werden alle 10 stoeltjes bezet door swipende pubers die totaal geen medelijden met mijn opspelende versleten heupgewricht leken te hebben.

Het was een prettige bijeenkomst met lekkere vega belegde broodjes. Een paar uur later op de terugreis zat ik wachtend op de pont in het zonnetje te dommelen en stapte bij het ontwaken pardoes op de verkeerde lijn waardoor ik een stukje moest lopen om bij CS te komen. Helemaal geen straf, leuk zelfs langs al die boten aan de ene kant en de drukke straat langs de statige panden aan de andere kant. Op een best wel ingewikkeld kruispunt zag ik een Tesla. De bestuurder zat heel ontspannen met de armen over elkaar voor de borst, terwijl zijn auto stopte, voorrang aan rechts verleende, weer een eindje opschoof, een

bakfiets van links voor liet gaan en uiteindelijk zonder deuken een straatje in schoof en achteruit inparkeerde. “Zag u wat daar gebeurde?” riep ik verbijsterd tegen een oude dame. “Ja, het wordt steeds gekker”.

Ik vervolgde hoofdschuddend mijn weg en mijmerde: “Hoe is het toch in godsnaam mogelijk dat een auto zichzelf zonder ingrijpen van de bestuurder met behulp van een paar, in kleine bolletjes verstopte sensoren door het hartje van Amsterdam wurmt.”

Vlakbij het CS lag een aantal kolossale cruiseschepen aan de kade. Wegens extreem laag water waren de reisjes langs de Rijn gecancelld. “t Moet niet gekker worden”, dacht ik, “maar het is toch wel lekker warm voor oktober”.



Eenmaal thuis, Horssen, half oktober, gelijk een rondje door de tuin gemaakt en frisse lucht ingeademd. Toen opeens viel mijn oog op iets paars. Jawel, daar stonden ze wijd open met hun felgekleurde geslachtsorganen te pronken. De Saffraan crocus. Het hele jaar zie je ze niet en dan, meestal precies op de verjaardag van mijn beide ouders, komen ze naar boven. Pronken een paar dagen, laten even wat groene sprietten lucht happen en verdwijnen dan weer voor een heel jaar onder de grond. Hoe

kan dat? Welk precisie uurwerk zit er in die bolletjes? Ik schudde mijn hoofd, pakte een schoffel en begon een beetje voor de kat z'n kont onkruid, maar vooral de stress van die dag weg te swipen.

## 't Komt goed

---

Een jaar of dertig geleden zat ik alleen in't Gruninger land met een stapel zorgen van hier tot gunter. Alsof het een bezweringsformule was, zeiden de Groningers om mij heen tegen beter weten in: "t Kumt wel goud, mien jong."

Dat was waar en 't kwam heus wel weer goed met mij, maar intussen maak ik me toch weer grote zorgen. De mensheid is bezig de aarde met alle mooie planten en dieren kapot te maken en dat doet me pijn.

Om mijzelf dit keer wijs te maken dat het wel goed komt, lees ik dagelijks het vele goede nieuws over de enorme technologische revolutie via [Duurzaamnieuws.nl](http://Duurzaamnieuws.nl) en [Cleantechnica.com](http://Cleantechnica.com). Dat biedt enige hoop. Ook luister ik naar het prachtige lied van Ede Staal: *"Ut het nog nooit nog, nooit zo donker west of ut wer altied wel weer licht"*

Mensen klampen zich nu eenmaal al eeuwen lang op de gekste manieren vast aan een vertekend beeld van de werkelijkheid.

Een prettig gevoel, al is het maar een idee, een brandend kaarsje, een bezweringsritueel of een verzachtend woord, verdringt het onaangename. Dat gaat soms heel ver. In diverse religies wordt verteld dat als je goed je best doet, er een prettig leven na de dood volgt. Ik dacht dat deze absurde gedachte in deze tijd een beetje was achterhaald, maar nee, ze lijkt tegenwoordig zelfs nog te kunnen worden overtroffen. Als een reactie op de alarmerende bedreiging van ons voortbestaan hoor ik namelijk steeds vaker: "Nou en?" en "Is het uitsterven van de mens dan wel zo'n groot verlies?"

Omdat er immers toen de dino's, de ammonieten en de trilobieten de aarde verlieten, er ook weer een mysterieus iets, na duizenden jaren niets, nieuw leven uit het oude blies.

