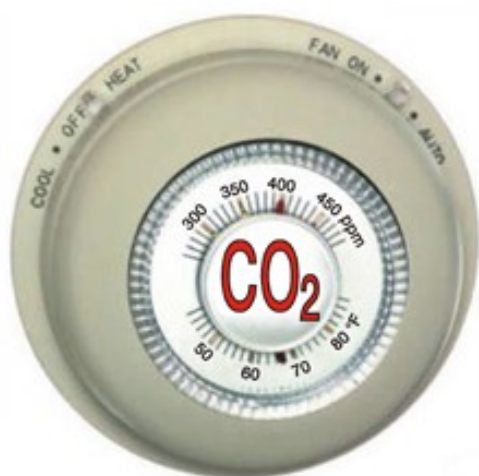


Krokodillen en Palmen in Alaska

En waarom ik dat niet wil

Een pamflet over klimaatverandering



Hugo Beunder
hugo@beunder.com

55 Miljoen jaar geleden was de concentratie CO₂ in de atmosfeer zeer hoog, ongeveer 1300 ppm (Parts Per Million). Hierdoor was de aarde zo heet dat er krokodillen en palmen in Alaska waren. De rest van de aarde was onbewoonbaar. Als we nog 25 jaar doorgaan zoals nu (business as usual) met het gebruik van fossiele brandstoffen dan zal het klimaat omslagpunten (tipping points) bereiken waardoor onomkeerbare processen in werking treden en de aarde waarschijnlijk weer in de toestand komt van 55 miljoen jaar geleden.

Tot degenen die niet verder willen lezen zeg ik één ding:
**STOP MET HET GEBRUIK VAN FOSSIELE BRANDSTOFFEN OF
DE WERELD ZOALS WIJ DIE KENNEN ZAL TOT EEN EIND KOMEN.**

De thermostaat is een illustratie uit een wetenschappelijke publicatie van GISS. Deze studie, gepubliceerd in Science, oktober 2010, toont aan dat atmosferische CO₂ werkt als de thermostaat waarmee de temperatuur van de aarde ingesteld wordt.

***de dwaas doet wat hij niet laten kan
de wijze laat wat hij niet doen kan
Confucius***

Bronnen, achtergrondinformatie, publicaties, grafieken,
links e.d.: www.beunder.com/krokodillen

Wij kunnen problemen niet oplossen
met dezelfde manier van denken
waardoor deze zijn veroorzaakt.
Albert Einstein

Kolencentrales zijn het meest urgente probleem voor het klimaat. Kolen produceert een 20% van de wereldenergie maar produceert 40% van alle CO₂ van fossiele brandstoffen. Dit is laaghangend fruit, giftig fruit. Er zijn wereldwijd een 2300 "stations" met in totaal een kleine 7000 units. Elke unit is in feite een kolencentrale. Ze zijn groot, ze roken, we weten waar ze zijn. Ze kunnen kapot (gemaakt worden). The climate is not dying, it is being killed, and the coal fired power plants that do it have names and addresses (variatie op een bekende uitspraak). Het is geen abstract diffuus probleem als wereldvrede, honger de wereld uit of AIDS uitbannen. Er staan op de wereld 7000 centrales die we moeten uitschakelen. Just Do It!

1 INLEIDING

Mensen veroorzaken opwarming. Sinds 1750 steeg de gemiddelde landtemperatuur met 1,5° C, de totale gemiddelde opwarming is 0.8° C. Opwarming veroorzaakt verstoring van het weer en ecosystemen over de hele planeet. Het zeeniveau stijgt, gletsjers smelten, in sommige delen van de wereld neemt regenval af, in andere delen neemt die toe. Weerpatronen worden steeds onregelmatiger met zware regenval, droogtes en stormen. Er verandert van alles en dit beïnvloedt de hele wereld, en het wordt steeds erger. Als we niet nu wereldwijd actie ondernemen dan kan de temperatuur snel stijgen met 3° tot 5° of zelfs meer. De concentratie van CO₂ in de atmosfeer nu is hoger dan in minstens de afgelopen 3 miljoen jaar. De temperatuur is nu hoger dan minstens in de laatste miljoen jaar. 120.000 Jaar geleden was de temperatuur zoals nu, met nijlpaarden in de Rijn en zeeniveau 10 meter hoger.

Dit pamflet poogt korte overtuigende informatie te geven aan het grote publiek. Volgens mij is hier nog gebrek aan. De algemene media schijnen te weigeren om het complete verhaal te vertellen. Om zelf de nodige basisinformatie te vinden zonder introductie en verwijzingen kan minstens een paar maanden full-time duren op het internet, zelfs al heb je basiskennis in de wetenschap. Geloof me, het is allemaal waar. Hoe meer je leest, hoe duidelijker het beeld wordt. Er zijn onzekerheden over hoe snel vernietiging zal toeslaan en over lokale verschillen, maar het lijdt geen twijfel, we liggen op ramkoers met het klimaat en de natuur. Global warming is een feit. Het gebeurt nu en het gebeurt snel.

Tot 12.000 jaar geleden leefde de mens uitsluitend als jager-verzamelaar. De culturen die we kennen hebben zich ontwikkeld dankzij de landbouw. Landbouw werd pas mogelijk in de afgelopen 12 duizend jaar. Dat is te danken aan het feit dat deze periode het meest stabiele klimaat kent (of kende) in het bestaan van de mensheid. De landbouwgewassen hebben een stabiel klimaat nodig. Zonder stabiel klimaat is er geen landbouw. Als klimaatverandering toeneemt dan zal landbouw ten onder gaan. Het klimaatsysteem zal overgaan naar een andere staat met temperatuurstijgingen zo hoog dat de wereld zoals we die kennen voor altijd voorbij zal zijn.

Dit pamflet leunt sterk op het werk van James Hansen, zijn wetenschappelijke publicaties zowel als zijn boek *Storms of My Grandchildren (The Truth About the Coming Climate Catastrophe and Our Last Chance to Save Humanity)* (oktober 2009). Hansen wordt beschouwd als de meest toonaangevende klimaatwetenschapper.

Hansen is natuurkundige, gespecialiseerd in klimaatverandering. Vanaf 1981 was hij hoofd van het NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS). Hij was een van de eerste personen die, rond 1980, publiekelijk waarschuwde voor opwarming van de aarde.

Hansen is een van de grondleggers van klimaatmodellering, de "harde" wetenschap. De fysica vertelt ons ondubbelzinnig dat CO₂

en methaan broeikasgassen zijn, d.w.z. dat deze opwarming veroorzaken. Hoeveel en hoe snel is moeilijk, zo niet onmogelijk, precies te berekenen. Hansen bestudeerde daarom ook paleoklimatologie voor meer informatie. Paleoklimatologie kijkt naar het klimaat in de geschiedenis en vertelt ons veel over welke temperatuur we kunnen verwachten bij welke concentratie van CO₂ en ook het gevaar van methaan. Het vertelt ons ook hoe de wereld eruit ziet bij een bepaalde temperatuur. Lezenswaardig daarover is ook het boek *Zes Graden* van Mark Lynas. Zes Graden is verfilmd in een documentaire door National Geographic.

Hansen is enkele jaren geleden activist geworden en enkele malen gearresteerd. Hij getuigde in de rechtszaal voor Engelse activisten. Na 31 jaar hoofd van het GISS te zijn geweest heeft hij in 2013 zijn functie neergelegd om zich aan activisme te wijden.

Volgens Hansen moet alle gebruik van steenkool in de rijke landen binnen tien jaar en in de arme landen binnen 20 jaar afgebouwd worden. Onconventionele fossiele brandstoffen, zoals teerzand en schaliegas, moeten in de grond blijven. We moeten ontbossing onmiddellijk stoppen en starten met herbebossing.

Dit pamflet gaat alleen over klimaatverandering. Nu wordt er wel gezegd dat "klimaatverandering geen milieukwestie is". Het is echter feitelijk fysica. Maar de wortels liggen in verkeerde en onrechtvaardige economische, sociale en politieke structuren. Maar als we klimaatverandering niet stoppen dan is verder alles wat we doen volkomen nutteloos. Ja, ik zeg dat jouw leven volledig nutteloos is als we de opwarming niet stoppen.

Honderden jaren van uitbuiting resulteerde in veel leed, voor een groot deel ook veroorzaakt door gebruik van fossiele brandstoffen door de rijken, waaronder de armen nu het meest lijden. Bovendien hebben we onze ecosystemen geruïneerd en de bevolking is gegroeid boven de draagkracht van moeder aarde.

Na het lezen van dit pamflet ben je overtuigd dat het misdadig zou zijn volgens elke ethische of religieuze norm door te gaan met het verbranden van fossiele brandstoffen. Eerst zal onze planeet veranderen in een levende hel (totdat we uitsterven) en dan zullen we voor altijd in de hel branden zoals waarin geloofd wordt door sommige religies. Persoonlijk geloof ik in een soort van reïncarnatie en ik zou graag de mogelijkheid hebben om terug te komen op aarde in een aangename staat.

Je kunt denken dat ik botte taal moet vermijden. Ik doe het niet. Het is wat de wetenschap zegt en om dit pamflet kort genoeg te houden zodat je het uitleest vermijdt ik omzichtige lange zinnen. Deze lijken de meeste mensen te vervelen en zij zullen interesse verliezen. Als je van de andere soort bent, koop het boek van Hansen. Het is niet saai maar wel een beetje zwaar.

Je kunt niet onderhandelen met klimaatverandering of natuur.

De toekomst van de planeet zoals we die kennen staat op het spel.

2 BROEIKASGASSEN

2.1 CO₂

CO₂ is lekker in prikdrank (vind ik). Het is niet giftig tenzij in zeer hoge concentraties. Maar het broeikaseffect werd reeds vermoed door Fourier in 1820 en gemeten door Tyndall in 1863. In 1896 berekende Svante Arrhenius het effect op de temperatuur op aarde. Dus niets nieuws. Maar pas in de jaren 1970 werden sommige mensen ongerust over de opwarming. Nu zijn Klimaatwetenschappers in een hoge staat van paniek. Naar het grote publiek is informatie echter schaars en in de media volstrekt ontoereikend (zoals rond een heleboel belangrijke kwesties). Het is nu duidelijk dat we dicht bij of reeds op gevaarlijke omslagpunten zijn. Door het smelten van ijs b.v. vermindert weerkaatsing van zonlicht wat weer meer opwarming veroorzaakt, een **positieve terugkoppeling**. Als we doorgaan met "business as usual" dan bereiken we in maximaal 25 jaar de omslagpunten. Mogelijk zijn we al bezig uit de bocht te vliegen. Het is nu duidelijk dat opwarming van de aarde met slechts een paar graden verwoestende gevolgen zal hebben. Het is dan vrijwel zeker dat voor het eerst in 35 miljoen jaar de aarde volledig ijsvrij wordt, waardoor zeespiegelstijging van 70 meter optreedt terwijl alle huidige ecosystemen worden vernietigd. De mens kan uitsterven.

CO₂ vergaat niet. Als het in de atmosfeer komt dan blijft het daar zeer lange tijd. Er is echter een evenwicht tussen de hoeveelheid koolstof in de atmosfeer, de oceanen en de bodem. CO₂ wordt deels door groeiende bossen opgenomen, meer in de bodem dan in het hout, en door oceanen. Echter, er zijn aanwijzingen dat de absorptie door de oceanen al aan het afnemen is omdat oceanen ook opwarmen en warm water neemt minder CO₂ op. Bovendien veroorzaakt de hogere concentratie van CO₂ in de oceanen verzuring waardoor koralen en schelpen slechter groeien (de "evil twin of climate change"). Aangezien veel vis afhankelijk is van koraal zal vis grotendeels verdwijnen (indien niet al weggevangen). Op lange tijdschaal (honderden duizenden jaren) zal koolstof langzaam naar de oceaانبodem wegzakken. Op deze manier vormt zich een evenwicht op aarde, anders zou CO₂ van vulkaanuitbarstingen zeer hoge concentraties van CO₂ tot gevolg hebben. Opwarming van de aarde maakt een heleboel bossen droger waardoor deze makkelijker branden. Een groot deel van de bossen wereldwijd kan verdwijnen.

De wereld is warm en koud geweest in de afgelopen 5 miljard jaar. Het was een volledige sneeuwbal 600 miljoen jaar geleden, daarna werd het heet en ijsvrij. Na de opwarming daalde de CO₂ concentratie weer langzaam en 34 miljoen jaar geleden begonnen de ijskappen aan de polen zich te vormen op een CO₂ niveau van ongeveer 450 ppm. Als CO₂ opnieuw tot 450 ppm stijgt dan zal het ijs op termijn volledig verdwijnen. De temperatuurstijging zal 5° bedragen waardoor een volledige vernietiging plaatsvindt van alles

zoals wij dat kennen. We zijn dicht bij de ineenstorting, 25 jaar doorgaan zoals nu en het is allemaal voorbij.

2.2 METHAAN

Methaan is smerig spul. Het is wat we thuis gas noemen, CH₄. Methaan is een zeer sterk broeikasgas, maar het blijft korter in de atmosfeer, decennia. In deze korte periode, en als we doorgaan met produceren, verhoogt het het verwoestende effect van CO₂. Naast olie wordt het uit de aarde gepompt. Maar het wordt ook door industriëel vee geproduceerd in zulke grote hoeveelheden dat dit substantiële invloed heeft. Er is berekend dat de hele keten van de vleesproductie, van ontbossing totdat het op je bord ligt (niet het mijne), 20% produceert van alle broeikasgassen. De veestapel moet omlaag en alleen grazen, en we moeten herbebossen.

Er dreigen twee grote gevaren. Het eerste is een enorme hoeveelheid organisch materiaal in de bevroren toendra's. Deze is al begonnen te smelten waardoor grote hoeveelheden methaan vrij komen (dat veroorzaakt meer opwarming, dat veroorzaakt meer smelten, waardoor meer methaan... etc. etc.). Ten tweede zijn er nog grotere hoeveelheden [methaanijs](#) in de bovenste paar honderd meter sedimenten op het continentaal plat van oceanen. Met een beetje opwarming zal dit beginnen te smelten en in de atmosfeer komen. Als dit gebeurt dan is totale vernietiging onvermijdelijk.

2.3 ANDERE BROEIKASGASSEN

Er zijn andere broeikasgassen, zoals waterdamp, stikstofdioxide, ozon en chloorfluorkoolstoffen (CFK), maar CO₂ en methaan zijn de belangrijkste door de mens geproduceerd. Waterdamp is het sterkste broeikasgas, maar niet door de mens geproduceerd. Hogere temperaturen leiden echter wel tot meer waterdamp in de atmosfeer, een positieve terugkoppeling.

2.4 MODELLERING

Klimaatmodellering is uiterst moeilijk. Denk aan het zogenaamde "butterfly effect", als een vlinder ergens zijn vleugels laat wapperen dan beïnvloedt dat de wind en alles in de toekomst. Lokale klimaatverandering en snelheid van de processen zijn zeer moeilijk te voorspellen, zelfs met de meest krachtige computers en modellering software. Er is gebrek aan bepaalde kennis van parameters en de interacties zijn onmogelijk precies modelleren.

Echter, één ding is zeker: Broeikasgassen veroorzaken opwarming.

2.5 PALEOKLIMATOLOGIE

Doordat Hansen een wetenschapper is die klimaatmodellen gebouwd heeft begrijpt hij de moeilijkheden daarvan. Hij besloot naar paleoklimatologie te kijken. Het klimaat van het verleden, de veranderingen in CO₂, methaan, temperatuur, ijslaag en zeeniveau e.a. geven een nauwkeurig beeld van wat er is gebeurd in het verleden. Er is geen enkele reden om te denken dat het klimaat in de toekomst zich anders zal gedragen.

3 DE GESCHIEDENIS VAN DE AARDE

3.1 10 MILJARD JAAR

Het universum is 10 miljard jaar geleden ontstaan met de Big Bang. Ons zonnestelsel met de planeten is 5 miljard jaar geleden gevormd. De zon zal ontploffen over 5 miljard jaar. Het heelal (zoals wij dat kennen) zal ooit ten einde komen, ofwel eeuwig uitdijen en steeds kouder worden ofwel imploderen over 10 miljard jaar. Daarvoor al zal de zon langzaam heter worden gedurende zijn bestaan en over een miljard jaar verbranden we. Maar in de tussentijd moeten we het leefbaar houden. Dat kan gewoon een mening zijn, maar ik heb het recht op deze mening en het recht deze te verdedigen. En dat zal ik. Ik denk dat ik veel meer recht heb dan de mensen, voornamelijk in multinationals, die verdedigen dat we moeten doorgaan met het vernietigen van de planeet. Ik zie de houding van de multinationals niet als verdediging maar als een aanval met dodelijke afloop, moord met voorbedachten rade.

We leven op een zeer unieke plek en in een relatief korte bewoonbare tijd van ons zonnestelsel (en misschien het heelal?). Het is zo uniek dat we dit niet mogen vernietigen, waarschijnlijk zal het nooit herstellen.

Grove tijdlijn voor het universum in miljarden jaren:

<start><zon vormt><mooie planeet><zon ontploft><einde van alles>
-10 -5 NU +5 +10

3.2 4.5 MILJARD JAAR

De aarde bestaat sinds 4,5 miljard jaar. De eerste 4 miljard jaar echter was het een vervelende plek. Het was eerst een hete oven, de atmosfeer giftig, met zwavel en dergelijke. Leven is ongeveer 4 miljard jaar geleden ontstaan maar was niets meer dan een soep. Algen namen echter een heleboel CO₂ uit de atmosfeer weg waardoor de aarde begon af te koelen. De aarde koelde zo ver af dat deze een paar keer volledig bevroor tot een sneeuwbal.

3.3 600 MILJOEN JAAR GELEDEN

600 miljoen jaar geleden eindigde de laatste sneeuwbaltijd. Het meest complexe leven bestond uit algen en eencellige protozoa. De helderheid van de zon was 6 procent minder dan nu. De aarde zal nooit meer volledig bevroren omdat nu de kracht van de zon is toegenomen en zal blijven toenemen. Een paar procent maakt echt verschil. Het evenwicht is erg kwetsbaar.

Dus we kijken naar de laatste 600 miljoen jaar, ongeveer 10% van het bestaan van de aarde. Nadat de sneeuwbal was gesmolten begon 540 miljoen jaar geleden wat heet de [Cambrische Explosie](#), de oorsprong van levensvormen zoals wij die nu kennen. Er was nog geen leven op land, maar [primitieve vissen](#) hadden zich 525 miljoen jaar geleden al ontwikkeld. Deze ontwikkeling van ééncellige soep

via ribkwallen en wormen naar eenvoudige vis voltrok zich binnen 50 miljoen jaar.

Hoewel de geologische tijdschaal ongelooflijk lang lijkt voor ons, nietige wezens, we zijn absoluut in staat in korte tijd definitief te vernietigen wat 5 miljard jaar nodig heeft gehad om te worden zoals het nu is. Er zal hoe dan ook ooit een einde aan komen, maar ik wil niet dat het voortijdig eindigt vanwege domme mensen die perse willen doorgaan met het bevredigen van hun verslaving aan fossiele brandstoffen.

Dus wat is er gebeurd de afgelopen 500 miljoen jaar? Evolutie schreed voort en planten en dieren begonnen het land te veroveren. CO₂, temperatuur en zeeniveau gingen op en neer maar de lange termijn trend is duidelijk dalend. Wat kunnen we hiervan leren? Paleoklimatologie toont ons de relatie tussen CO₂, temperatuur en zeeniveau.

Er bestaat een duidelijk verband tussen temperatuur en CO₂. Zij beïnvloeden elkaar, als de een omhoog gaat dan gaat de ander ook.

Soms begint het proces met uitstoot van CO₂ uit de aardkorst, vanuit bijvoorbeeld vulkanen. Dit veroorzaakt opwarming, die opwarming veroorzaakt weer vrijkomen van CO₂ en methaan uit oceanen, smeltende toendra's en smeltend methaanijs. Soms, zoals in de afgelopen miljoenen jaren van de ijstijden, worden kleine temperatuurveranderingen veroorzaakt door een beetje van het wiebelen van de aarde en cyclische veranderingen in de baan om de zon. Temperatuur stijgt daardoor soms een beetje waardoor CO₂ vrijkomt in de atmosfeer hetgeen weer meer opwarming veroorzaakt. Methaan verdwijnt relatief snel, in ongeveer honderd jaar, maar vormt dan CO₂. Na CO₂ stijging volgt langzame sedimentatie, meestal biomassa die neer dwarreld op het continentaal plat en wordt begraven, waardoor CO₂ weer daalt. Vanwege de positieve terugkoppeling bij de opwarming is dit proces relatief snel, in de orde van duizenden jaren, de daling is veel langzamer, in de orde van grootte van tientallen duizenden jaren.

De huidige door mensen veroorzaakte snelle opwarming is ongekend. De snelheid waarmee de CO₂ concentratie is gestegen in met name de afgelopen 60 jaar is in de orde van 100 - 1000 maal hoger dan ooit in de geschiedenis van de aarde.

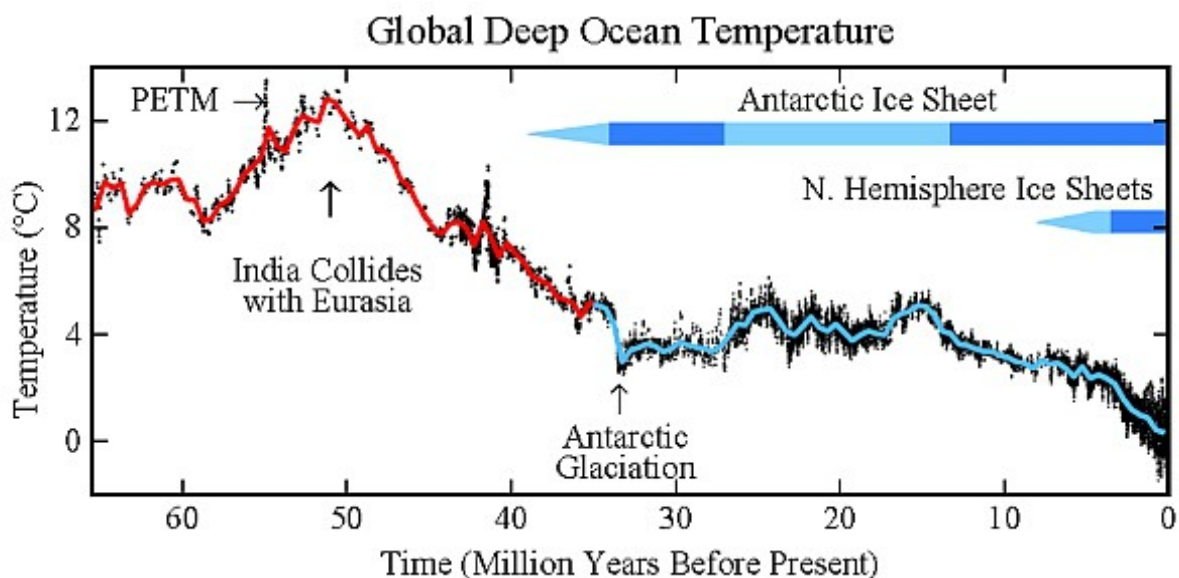
3.4 250 MILJOEN JAAR GELEDEN

De [Perm-Trias-massa-extinctie](#) (de moeder van alle massa-extincties), 250 miljoen jaar geleden, was het gevolg van extreme opwarming. Het geeft een indruk van wat zich momenteel aan het voltrekken is. De oorzaak toen was geologisch, nu menselijk. Toen was de oorzaak een periode van enorme vulkanische uitbarstingen gedurende een miljoen jaar in Noord-Azië die ongekende stijging van CO₂ en temperatuur veroorzaakte. Van al het leven in zee stierf 90% uit en van het landleven 70%. Waarschijnlijk is de meest gevaarlijke positieve terugkoppeling in werking getreden volgens de [Clathrate gun hypothesis](#).

In relatief koele tijden hoopt zich een grote hoeveelheid biomassa op in de sedimenten van het continentaal plat. Op een diepte van een paar honderd meter vormt zich methaanijs (nog dieper vormt zich olie en gas). In warmere tijden kan het gebeuren dat temperatuurstijging net genoeg is om te veroorzaken dat dit methaanijs begint te smelten en vrijkomt. Wanneer dit gebeurt dan veroorzaakt dit verdere opwarming waardoor meer methaan smelt enz. Een positieve terugkoppeling. Er zijn sterke aanwijzingen dat dit in het verleden een aantal keren is voorgekomen bij opwarming van ongeveer 2°, de explosie van methaan versterkt de opwarming. 250 Miljoen jaar geleden schoot CO₂ omhoog naar 3000 ppm en temperatuur steeg snel met 6° of meer. Het proces kan een miljoen jaar geduurd hebben, maar er zijn tekenen dat sterke opwarming van de aarde soms ook kan plaatsvinden binnen een paar duizend jaar. Net nu we na 300 miljoen jaar eindelijk terug zijn op het prettige lage niveau van toen, vlak voor het massauitsterven, zijn we bezig dit weer snel omhoog te jagen.

3.5 55 MILJOEN JAAR GELEDEN, HET PETM

Het PETM, [Paleocene-Eocene Thermal Maximum](#), was een ongelooflijk snelle piek in temperatuur en CO₂. Dit gebeurde terwijl gedurende miljoenen jaren India door de oceaan naar het noorden schoof richting Azië en de Himalaya begon te vormen. Tijdens het schuiven verdween aardkorst van de oceaانبodem onder de aardkorst van het continent, waar het op kilometers diepte smolt en via vulkaanuitbarstingen grote hoeveelheden CO₂ in de atmosfeer terugbracht. Op een bepaald moment werd een omslagpunt bereikt in temperatuur waardoor het methaanijs in de oceaانبodem begon te smelten, wat weer een verdere stijging van temperatuur tot gevolg had. Er is een piek in de grafiek zo kort dat die nauwelijks opvalt. Het was een explosie van CO₂ met gekoppelde temperatuurstijging van 5° binnen een periode van een paar duizend jaar. Ongeveer 50% van het mariene leven stierf uit, minder op land. De continenten lagen toen eindelijk op dezelfde positie als nu dus de toestand van de aarde van toen en nu is goed vergelijkbaar.



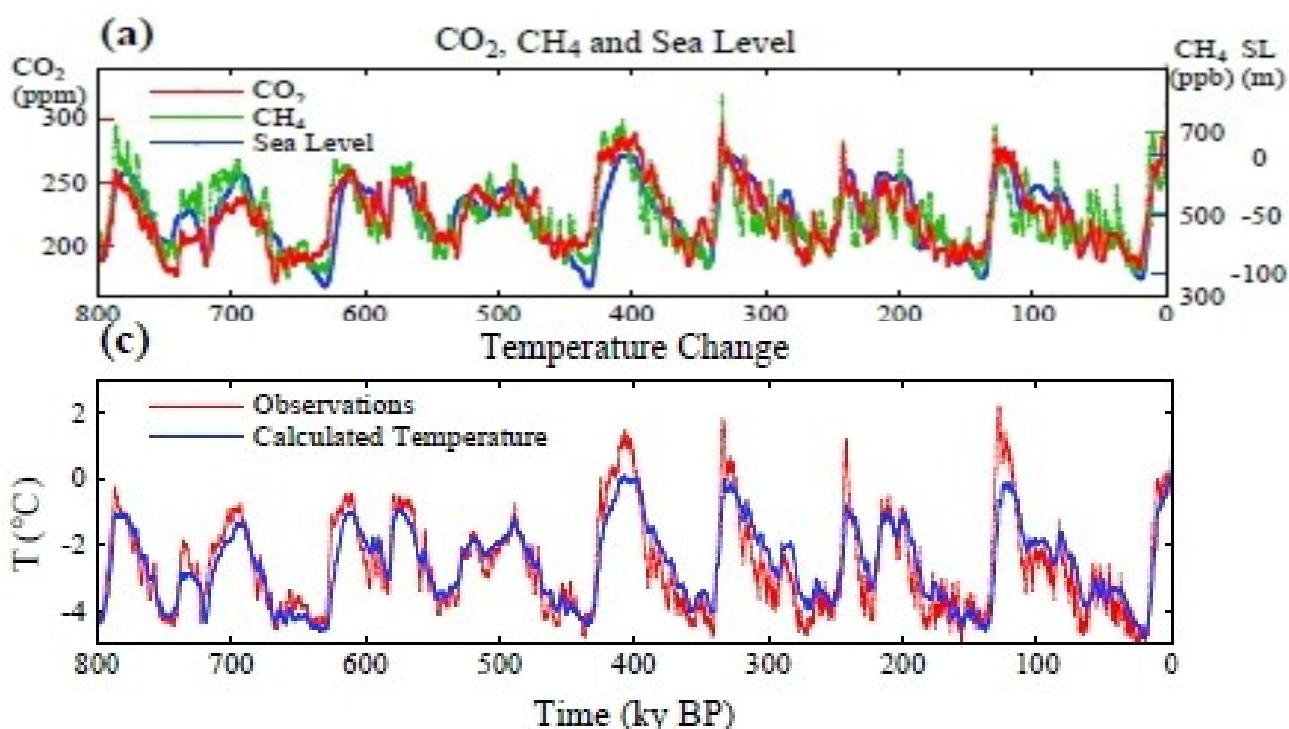
De geschatte concentratie van CO₂ was 1000-1400 ppm met een temperatuur 12° C hoger dan in 1750. Er waren **krokodillen en palmen in Alaska** en tot in het noorden van Groenland, 1000 km van de noordpool. Nu vind je krokodillen pas op 7000 km van de noordpool. CO₂ en temperatuur daalden weer, een trend die zich tot 1750 voortzette. Het werd nooit meer zo heet als toen.

3.6 DE AFGELOPEN 34 MILJOEN JAAR

Ijskappen begonnen te vormen toen CO₂ daalde tot 450 ppm en temperatuur 4° hoger was dan in 1750. De Antarctische ijskap vormde zich 34 miljoen jaar geleden, ijs rond de Noordpool 6 miljoen jaar geleden. De planeet zoals wij die kennen met ijstijden begon. CO₂ daalde langzaam verder en bleef tussen 180 en 300 ppm gedurende de afgelopen miljoenen jaren. In 1750 was het 280 ppm, nu, in 2014, zijn we op 399! In 1950 was het 310. We hebben het grootste deel van de stijging, 75%, veroorzaakt in de afgelopen 60 jaar. De toename in 2013 bedroeg 2.5 ppm.

3.7 DE AFGELOPEN 800.000 JAAR

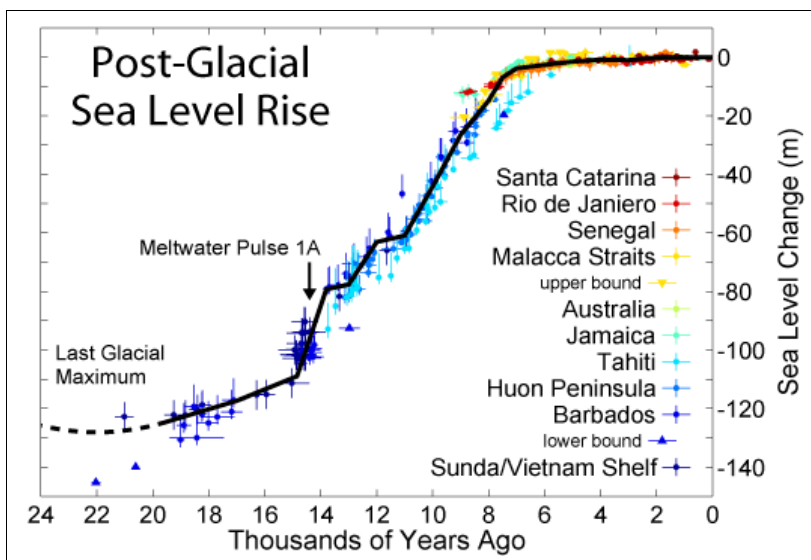
De ijskappen van Antarctica hebben een dikte van bijna 4 kilometer. In de afgelopen jaren zijn boormonsters genomen tot aan de onderkant. De ijskernen bevatten luchtbelletjes en tonen dus de exacte concentratie van CO₂ in het verleden. Middels zuurstof isotopen kan de temperatuur op het tijdstip van de sneeuwval worden bepaald. Vanwege de gelaagdheid kunnen de jaren worden geteld tot de bodem, 800.000 jaar geleden. Zo hebben we een zeer nauwkeurig overzicht van de relatie tussen CO₂ en temperatuur over deze tijd. Dit lijkt op onderzoek naar de jaarringen van bomen. Vanuit ander onderzoek komen gegevens van zeeniveau die gekoppeld kunnen worden aan CO₂ en temperatuur.



In de afgelopen 800.000 jaar zien we een cyclisch op en neer gaan van CO₂, temperatuur en zeeniveau binnen een smalle band. Deze

grafieken tonen de waarden voor de laatste 800.000 jaar. Het is duidelijk dat de lijnen voor temperatuur, CO₂, CH₄ en zeeniveau sterk gecorreleerd zijn. De oorzaak van de cycli is de positie van de aarde in zijn baan rond de zon. Het is niet een vaste tijd cyclus omdat er twee cycli zijn, één van ongeveer 40.000 jaar (kanteling) en een van ongeveer 10.000 jaar, de baan wordt meer of minder eliptisch. In sommige tijden schijnt de zon meer op de polen, dit veroorzaakt smelten van ijs, een andere keer meer op de evenaar, nu kan ijs groeien. Als ijs smelt dan wordt minder zonlicht gereflecteerd zodat de temperatuur nog meer stijgt. Stijgende temperatuur veroorzaakt met een vertraging van enkele honderden jaren opwarming van oceanen waardoor CO₂ uit het water vrijkomt. Ook vegetatie begint CO₂ af te geven. De stijgende CO₂ veroorzaakt op zijn beurt meer temperatuurstijging. Dit alles gebeurt totdat een nieuw evenwicht wordt bereikt. Van deze gegevens wordt duidelijk welke temperatuur zich vormt bij welk niveau van CO₂. Vergeet niet, de aarde was volledig ijsvrij bij 450 ppm. Temperatuur was rond 4° hoger dan nu. De laatste keer dat de aarde langere tijd ~1° warmer was dan in 1750 is ongeveer 3 miljoen jaar geleden. Je kunt zien in de grafieken dat 1° opwarming een zeespiegelstijging van 20 meter veroorzaakt. Op dit moment is er 0.8° opwarming van de aarde sinds 1750, dus we krijgen onvermijdelijk een 20m stijging van de zeespiegel. Het kan 100 of 1000 jaar duren, maar het zal onvermijdelijk gebeuren. Klimaatonderhandelingen in de UNFCC hebben nog steeds als doel het beperken van opwarming tot 2°, hetgeen gelijk staat aan 40 meter zeespiegelstijging.

3.8 HOLOCEEN, DE LAATSTE 12.000 JAAR

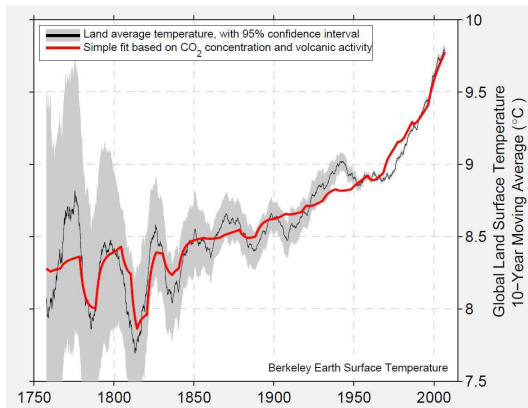


Twintig duizend jaar geleden begon het einde van de laatste ijstijd. Tussen 20.000 en 8.000 jaar geleden steeg CO₂ van 180 ppm tot 280 ppm. CO₂, zeeniveau en temperatuur zijn nauwkeurig gecorreleerd. Temperatuur steeg met 6°. Zeeniveau steeg met een snelheid van maximaal 5 meter per eeuw, in totaal 120 meter. Temperatuur en CO₂ in het

Holoceen zijn aan de hoge kant van de cyclische veranderingen van de afgelopen 800.000 jaar. We zaten dus al hoog in CO₂ toen we begonnen met het verbranden van fossiele brandstoffen rond 1750. Met 0.8° temperatuurstijging sindsdien bevinden we ons nu wellicht in de warmste periode van de afgelopen miljoenen jaren. De afgelopen 8000 jaar waren CO₂, temperatuur en zeeniveau praktisch stabiel, tot 100 jaar geleden.

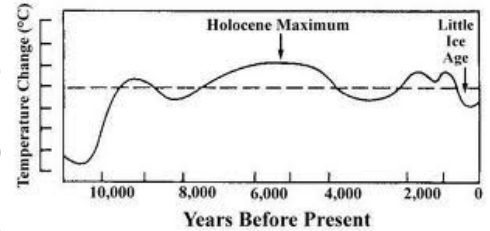
4 WAAR GAAN WE NAARTOE?

4.1 TEMPERATUURSTIJGING 1750-2010



De meest uitgebreide analyse van alle data van 1750-nu is van het Berkely Earth Surface Temperature project (overgegaan in Berkely Earth). Sinds 1750 is er wereldwijd een stijging van de gemiddelde temperatuur op land van 1.5° C.

Wereldwijd, inclusief oceanen, is de stijging 0.8° C. Ter vergelijking de temperatuur van de afgelopen 10.000 jaar.



4.2 KOORTS

De temperatuurstijging is goed vergelijkbaar met koorts. Met +1°, 38°, voel je je lamlendig. Met +2°, 39°, lig je ziek in bed. Met +3°, 40°, kom je je bed niet meer uit. Met +5°, 41°, kom je in kritieke toestand in het ziekenhuis. Met +6°, 42°, stollen je eiwitten snel, als van een gekookt ei, en ga je snel dood. Met de planeet is het niet anders.

4.3 DE KOOLSTOFKRINGLOOP

118

STORMS OF MY GRANDCHILDREN

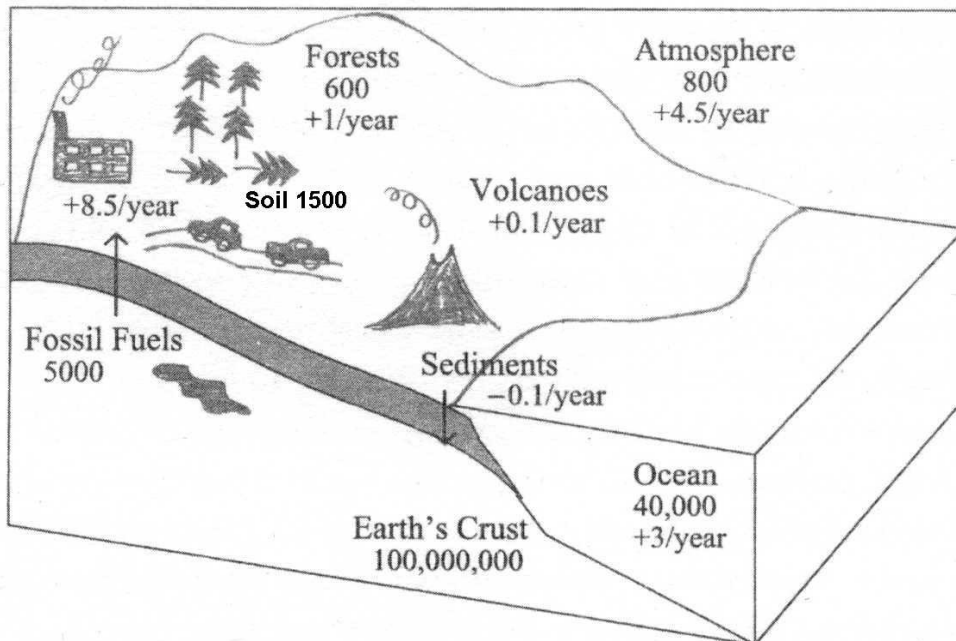


FIGURE 15. Global carbon cycle (units are gigatons, each equal to a billion metric tons).

Koolstof, Carbon wordt aangeduid met C. Zuurstof, Oxygen, wordt aangeduid met O. Ik gebruik hier de GtC (Giga Ton Carbon) als eenheid. Veelal wordt CO₂ ton, megaton of gigaton gebruikt. Omdat

koolstof, Carbon (C) in verschillende vormen kan voorkomen is het handiger om in C te rekenen. Het atoomgetal van C = 12, O = 16. Dus het molecuulgewicht van CO₂ = 44. Dus 1 GtC = 3.7 Gt CO₂. Een Nederlander stoot gemiddeld ongeveer 11 ton CO₂ per jaar uit. Per persoon op aarde hebben we ongeveer 1 kubieke kilometer atmosfeer.

Koolstof wordt voortdurend uitgewisseld tussen de atmosfeer, bossen, oceanen en de aardkorst. De atmosfeer bevat 800 GtC, bossen 600 GtC, bodems 1500 GtC, oceanen 40.000 GtC, en de aardkorst 100.000.000 GtC. De jaarlijkse uitstoot door fossiele brandstoffen bedraagt 8.5 GtC, en door vulkanen 0.1 GtC. Van de uitstoot wordt opgenomen door de atmosfeer 4.5 GtC, oceanen 3 GtC, door bossen 1 GtC, en sedimenten 0.1 GtC, totaal precies 8.6 GtC.

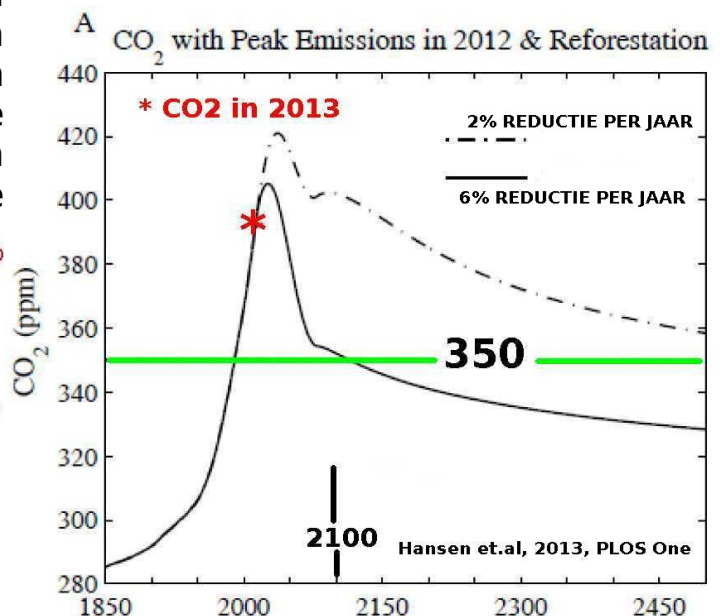
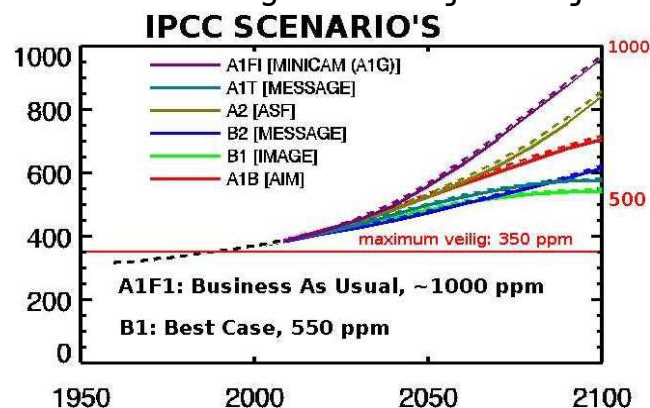
Hansen laat bewust de (grote) bijdrage van ontbossing aan CO₂ stijging buiten de berekening. Hij (en ik) gaan ervan uit dat we absoluut gaan herbebossen en daarmee de CO₂ uitstoot van ontbossing teruggedraaid wordt over een periode van 50-100 jaar, zolang heeft een bos nodig om qua massa een beetje op peil te komen. Daarmee zou een 100 GtC teruggewonnen kunnen worden. Herbebossen kan makkelijk want de meeste grond die wereldwijd ontbost is wordt gebruikt voor grootschalige veeteelt. We weten dat dat een luxe is en dat we ook zonder overmatig veel vlees prima kunnen leven, zoals onze voorvadersen tot voor kort.

4.4 STIJGING VAN CO₂

CO₂ en temperatuur stegen na 1750 met ongekeerde snelheid. Dit is veroorzaakt door het gebruik van fossiele brandstoffen en het vernietigen van bossen en andere ecosystemen om ze te veranderen in landbouwgrond. Ondanks 20 jaar klimaatonderhandelingen stijgt de jaarlijkse uitstoot. Onderhandelingen blijken volkomen zinloos, erger, er wordt onderhandeld over valse oplossingen onder grote invloed van o.a. de VS, de oliemaatschappijen en de kolenlobby. Het rijke deel van de wereld, 15% van de mensen, is verantwoordelijk voor 75% van de CO₂.

CO₂ schommelde tussen 180 en 300 ppm in de afgelopen 800.000 jaar.

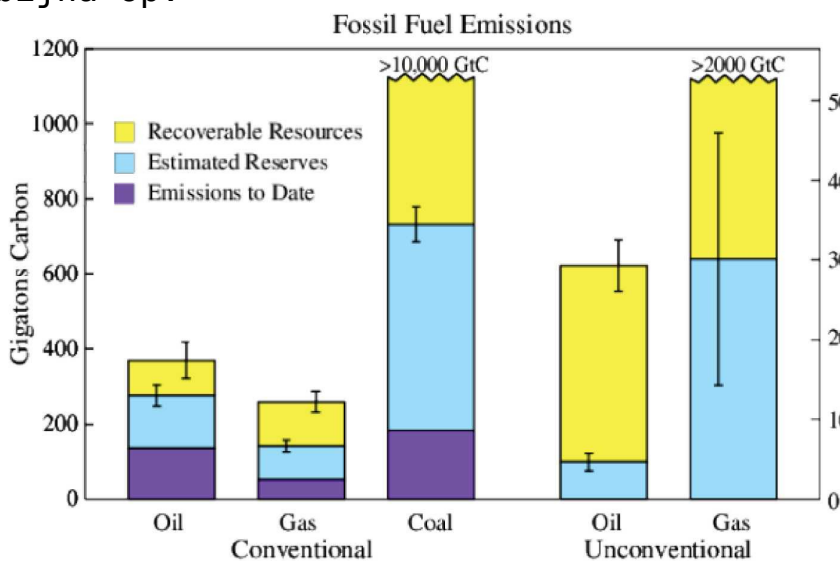
Het was 280 in 1750, 310 in 1950 en 399 in 2014! 75% van de stijging was tijdens mijn leven. Ik woon in het rijke deel van de wereld, ik ben hoofdschuldige. De jaarlijkse



toename was 0.8 ppm in 1960, in 2013 2.5 ppm. Dus niet alleen stijgt de CO₂ concentratie, ook het tempo van de stijging neemt toe. **Vanuit de paleoklimatologie is het duidelijk dat we ons moeten richten op CO₂ niveaus van ten hoogste 350 ppm.** Dat zou de stijging van de temperatuur tot ongeveer 1° C kunnen beperken hetgeen waarschijnlijk een redelijk leefbare planeet mogelijk maakt.

Er zijn vele klimaatscenario's, de meest bekende zijn van de IPCC. De zogenaamde *Business As Usual (A1F1)* toont CO₂ stijging tot onvoorstelbare CO₂ niveaus van 1000 ppm in 2100 en stijgend. Het gunstigste IPCC scenario gaat uit van sterke beperking van emissies en komt nog steeds boven 500 ppm in 2100. We moeten dus onder het beste IPCC scenario zitten, maar de gruwelijke werkelijkheid is dat we boven het slechtste scenario zitten. Volgens Hansen et.al. hadden we in 2012 moeten beginnen met een jaarlijkse reductie van 6% om rond 2100 terug te komen op 350 ppm.

Het is nu tot het IPCC en de rest van de wereld doorgedrongen dat we moeten uitgaan van een *carbon budget*. Er is een totale hoeveelheid CO₂ die we kunnen uitstoten sinds 1750 tot in de eeuwigheid. Dat is omdat CO₂ duizenden jaren in het systeem blijft. Het IPCC gaat nog uit van een budget van 1000 GtC, volgens Hansen e.a. is het echter 500 GtC. We hebben al 372 GtC verstoekt, dus we kunnen nog maximaal ruim 100 GtC gebruiken. Op dit moment is de wereldproductie ongeveer 10 GtC per jaar. Het budget is bijna op.



De bekende reserves winbare conventionele olie en gas bedragen samen ~200 GtC. Dat is dus al meer dan we willen gebruiken. De gigantische voorraden kolen en onconventionele olie en gas, zoals teerzanden en schaliegas, moeten we dus helemaal vergeten. Zo'n 80% van de

bekende voorraden moeten in de grond blijven. De waarde van oliemaatschappijen is gebaseerd op de reserves die ze bezitten. Die zijn dus waardeloos. Dit wordt de [Carbon Bubble](#) genoemd.

Het lijkt een bijna onmogelijk missie, vanwege menselijke onwil. In de Science van 10 September 2010 staat een artikel waarin wordt berekend dat als we stoppen met het bouwen van alle nieuwe apparaten (auto's, kolen gestookte centrales enz.) die CO₂ produceren en de bestaande gebruiken tot het einde van hun levensduur dan stijgt CO₂ nog tot 430 ppm! Het is dus onbegrijpelijk dat we nog "zuinige" auto's maken. We moeten

helemaal geen voertuigen meer maken die fossiele brandstoffen gebruiken. Het is een kwestie van willen maar het is niet genoeg om een minuut minder douchen en spaarlampen te kopen.

Grofweg komt het erop neer dat we alle fossiele brandstoffen volledig moeten uitfaseren in 30 jaar in een rechte lijn naar beneden als we enigszins een kans willen hebben om de wereld zoals wij die kennen voor de ondergang te behoeden.

Huidige klimaatverandering gaat sneller dan ooit in de geschiedenis van de aarde. Natuurlijke veranderingen, zelfs de snelle, zijn in de orde van 100 keer langzamer dan wat er nu gebeurt. CO₂ emissies zijn b.v. ongeveer 100 keer groter dan CO₂ uitstoot van vulkanen.

De ecosystemen kunnen zich niet aanpassen. Alles wat rond de polen leeft (ijsberen, pinguïns) zal uitsterven. Ze kunnen nergens naartoe. Hetzelfde geldt voor soorten op hoge bergen. Ze kunnen niet verder omhoog. Andere ecosystemen verplaatsen zich niet snel genoeg. Een bos kan bewegen met een snelheid van ongeveer 1 kilometer per jaar. Temperatuurzones bewegen nu veel sneller. Een aanzienlijk percentage van alle soorten zal uitsterven, schattingen zijn 30% of meer. Omdat mensen vrij flexibel zijn zullen we misschien niet uitsterven maar waarschijnlijk zullen we terug gaan naar de levenswijze van van voor de landbouw die 12.000 jaar geleden begon. We zullen weer jager-verzamelaars worden. Landbouw heeft een stabiel klimaat nodig. Er zijn duidelijke tekenen bijvoorbeeld in Ecuador dat boeren verward zijn, ze kunnen hun eeuwenoude kennis over de seizoensgebonden cycli niet meer toepassen omdat weerpatronen grillig worden. Kustgebieden behoren tot de meest productieve op aarde, maar met een stijgende zeespiegel hebben die ook wellicht duizenden jaren nodig om zich aan te passen. Vergeet niet, het was in de afgelopen 12.000 jaar, de meest stabiele klimaatperiode in de geschiedenis van de mensheid, dat beschavingen zich konden ontwikkelen dankzij landbouw. Dat alles zullen we waarschijnlijk verliezen.

Gletsjers in de Himalaya leveren een stabiele stroom van water voor meer dan een miljard mensen, in de Andes voor 70 miljoen. De verdwijning hiervan zal deze populaties beroven van water, een absolute levensbehoefte. Het is duidelijk dat het land geen voedsel zal produceren voor al deze mensen zonder de gletsjers.

De bekende reserves van fossiele brandstoffen kunnen het CO₂ niveau tot boven 1000 ppm laten stijgen en de planeet in de afgrond storten. Er is geen discussie, volgens berekeningen moet 80% in de bodem blijven. Omslagpunten zijn in zicht. Het "systeem aarde" reageert traag, er is grote inertie. Volgens modellen zal als we nu direct volledig stoppen met CO₂ emissies de temperatuur nog steeds met 1° stijgen over de komende eeuw. We kunnen alleen maar hopen dat dit in combinatie met positieve feedbacks het klimaat niet over de rand zal duwen.

5 KOLENCENTRALES ZIJN MASSAVERNIETINGSWAPENS

Steenkool is de smerigste fossiele brandstof, en niet alleen vanwege het stof, ondergrondse branden, grootschalige vernietiging van land door dagbouw mijnen en verontreiniging veroorzaakt door chemische stoffen die vrijkomen in de buurt van productielocaties. Het is de meeste schadelijke fossiele brandstof voor het klimaat omdat het meer CO₂ produceert per geproduceerde hoeveelheid energie vanwege de chemische structuur. Kolen bestaat voornamelijk uit koolstof, met bijna geen waterstof. Dat is de reden waarom steenkool veel minder energie per koolstof-atoom oplevert. Zuiver gas, methaan, CH₄, levert energie ook door waterstof te binden aan zuurstof waarbij schoon water ontstaat: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$. Kolen niet, die leveren alleen energie door iets als, vereenvoudigd, $C + O_2 \rightarrow CO_2$. Gas is de meest energie-efficiënte brandstof per CO₂ geproduceerd van alle fossiele brandstoffen. Vloeibare brandstoffen hebben meer C atomen per molecuul en leveren dus minder energie per C atoom dan gas, maar meer dan kolen. Steenkool en meer nog bruinkool is de ergste van alle.

Naast de theoretisch mindere energie bevat kolen meer vocht en andere onzuiverheden die leiden tot verlies van energie en grotere vervuiling als zwavel en fijnstof. De uitstoot van radioactiviteit is vele malen hoger dan van kerncentrales. Vervoer van kolen is zeer inefficiënt aangezien dit ook een heleboel energie kost. Het "beste" type is antraciet. Nog erger is bruinkool.

Het ECN (Energie Centrum Nederland) berekent dat kolengestookte elektriciteitscentrales twee keer zo veel CO₂ produceren per hoeveelheid opgewekte stroom als gasgestookte centrales. Zelfs wanneer CCS (Carbon Capture and Storage) zou worden toegepast dan nog produceert de kolencentrale evenveel CO₂ als een gasgestookte centrale! Dus het nut van CCS is een grote leugen. Bovendien is CCS al 20 jaar een belofte. Om CCS *misschien* productierijp te maken is nog een 20 jaar nodig. Dan is het al te laat. Nu ontzeggen we ons het mogelijk vruchtbare gebruik van minder schadelijke gas in de toekomst omdat we kostbare atmosferische ruimte gebruiken door verbranding van steenkool.

Dus je ziet, de term schone kool is een leugen.

Hoe dan ook, om het CO₂ niveau onder een hopelijk aanvaardbaar niveau te houden kunnen we de bekende reserves van conventionele olie en gas opbranden. Alles daarboven, zoals kolen en onconventionele bronnen zoals teerzand en schaliegas, zal het klimaat over de rand duwen. Steenkool moet in de grond blijven. Kolencentrales en elke andere gebruik van kolen moet NU worden gestopt.

Dit overwegende kunnen we kolencentrales indelen in de categorie [massavernietingswapens](#).