

Fiwihex B.V. Wierdensestraat 74 NL-7604 BK Almelo The Netherlands www.fiwihex.nl
tel +31.546.491106 fax +31.546.491107 KvK 06071184 VAT NL8117.46.847B01 IBAN NL82ABNA0464431204

Temperatuurafhankelijkheid van de latente warmteoverdracht van het natte aardoppervlak naar de bovengrens van de troposfeer, en de invloed daarvan op de klimaatgevoeligheid van een CO₂ concentratie verdubbeling

Dr. ir. Noor van Andel,

1964 Fysische transportverschijnselen, TUDelft, warmteoverdracht

1965 Euratom CCR, Ispra, warmteoverdracht in heat pipes voor thermionische energieconvertoren

1969-1999 Akzo, R&D, procestechnologie en energie

1990 Gouden Hoogewerff- medaille voor procestechnologisch werk

2001 Eredoctoraat UvA, voor uitvindingen, vooral op energiegebied. Promotor Kees Vrieze.

1985-1999 Hoofd Corporate Research AkzoNobel

1993-nu Fiwihex. “Kas als Energiebron”, “Ademend Raam”, “Smart skin”, “Zonneterp”, “HEZEPP”, alle gebaseerd op warmteoverdracht.

Gestimuleerd door Arthur Rörsch, gemotiveerd door een steeds groeiende discrepantie tussen de officiële theorie van wat nu heet “Anthropogenic Global Warming” enerzijds en steeds betere en toegankelijker metingen aan de warmteoverdracht tussen aardoppervlak en de koude ruimte anderzijds, schrijf ik het volgende:

1. IPCC theorie

De “IPCC theorie” is gebaseerd op een door CO₂ concentratiegroei toegenomen optische dichtheid van onze atmosfeer, waardoor de stralings-warmteoverdracht van oppervlak naar de ruimte afneemt. Zijn er geen andere veranderingen, dan zal de gemiddelde aardse temperatuur bij elke verdubbeling van de CO₂ concentratie met 1.08 K stijgen, als gevolg van een *forcing* van 3.7 W/m²K. Dit is juist, gebaseerd op meten van de infraroodabsorptie van CO₂ in het relevante IR gebied.. Maar de IPCC theorie neemt voorts aan, dat door de gezamenlijke actie van meer waterdamp, meer wolken, veranderde adiabaathelling, en veranderde oppervlakte-albedo een extra *radiative feedback* van 1.5 W/m²K optreedt als gevolg van die 1.08 K opwarming, zodat de resulterende opwarming $1.08/[1-1.5/3,7]=1.8$ K gaat bedragen; er wordt zelfs soms een *climate sensitivity* van 4.5 K gerapporteerd als gevolg van een CO₂ verdubbeling. De wiskunde is eenvoudig en correct. Beangstigend, want als de *radiative feedback*, die moeilijk te schatten is, 3.7 W/m²K zou bedragen, wordt de temperatuurverhoging oneindig: *runaway greenhouse effect*.

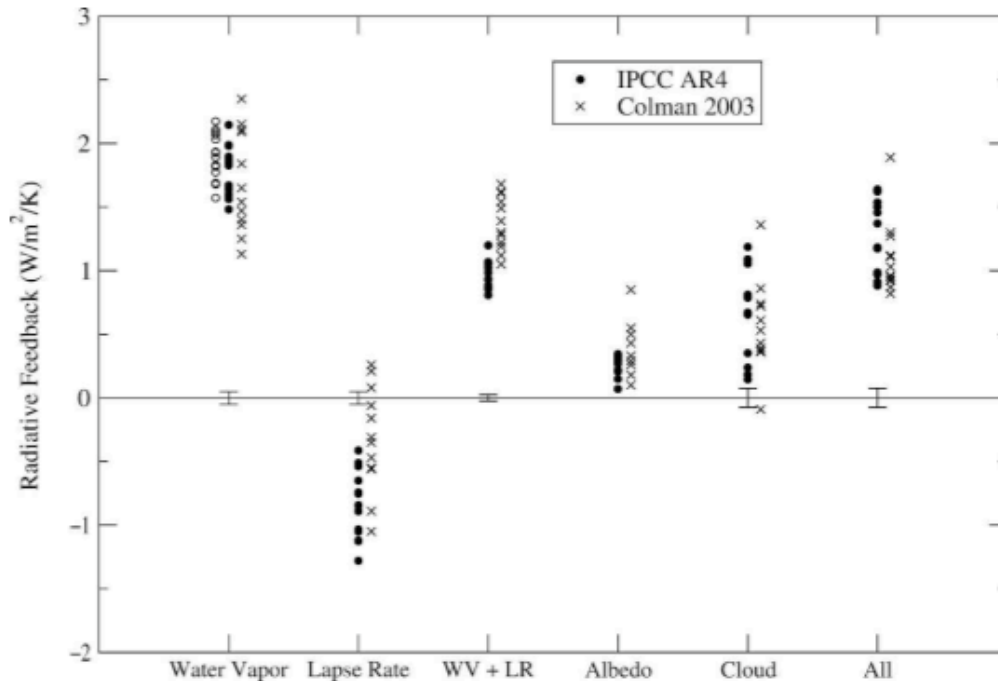


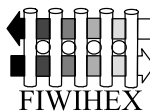
FIG. 1. Comparison of the climate feedback parameters for water vapor (λ_w), lapse rate (λ_T), the combined water vapor + lapse rate, surface albedo (λ_a), and clouds (λ_c) in units of $\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$. All represents the combined feedback from water vapor, lapse rate, surface albedo, and clouds. Filled circles represent results from this study using the IPCC AR4 model archive. Crosses are previously published results taken from the survey of Colman (2003). Open circles for water vapor represent the water vapor feedback computed for each of the IPCC AR4 models assuming no change in relative humidity. Vertical bars depict the estimated uncertainty in the calculation of the feedbacks for each parameter.

Mijn vraag is: Zijn er nog andere dan *radiative* feedbacks? Is er niet ook een convectieve warmteoverdracht? En is de latente term in die convectieve warmteoverdracht niet sterk temperatuurafhankelijk? En leidt dat niet tot een grote negatieve, of stabiliserende, feedback?

2. Broeikas ervaring

In een tuinbouwkas is het temperatuurverschil als gevolg van een meer of minder IR doorlaatbaar dak niet te meten. Er is overdag geen verschil te merken tussen een [acryl]glazen dak met 100% IR absorptie en een 6 μm dik “gladpack” PE foliedak met 1% IR absorptie. Alleen bij een heldere nacht is een klein verschil te meten. Het experiment is erg eenvoudig te doen. Het blijkt dat als we het oppervlak nat maken, dat dan de temperatuur sterk daalt en veel minder afhankelijk wordt van de zon-instraling, maar zeer afhankelijk van vrije convectie.

De warmteoverdracht door convectie is allesbepalend in een gewone broeikas. Van een “broeikaseffect” is nauwelijks sprake. Ook al staat maar 10% van het dak als dakramen open, is de temperatuur al 20 $^{\circ}\text{C}$ lager. Zo regelt een tuinder ook zijn kasklimaat. Een kas vol planten met hun verdampend oppervlak is 10 $^{\circ}\text{C}$ kouder dan een droge kas, maar dat alleen als het dakraam open staat en de zon schijnt.



3. Latente warmteoverdracht

Thoenes [Spil 261-262], die als directeur R&D van Akzo Zout Chemie de stof- en warmteoverdracht in zeezoutbedrijven [Bonaire] theoretisch en experimenteel beschreef, komt op een effectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt door waterverdamping die 20..30 x zo groot is als die door IR straling, typisch $90 \text{ W/m}^2\text{K}$ bij de globaal gemiddelde instraling [160 W/m^2] en temperatuur [15°C]. Maar hier betekent K het temperatuurverschil tussen water en lucht. Wat we hier zoeken is een toename van die latente warmtestroom alleen als gevolg van de SST, de temperatuur zelf. Ook dat getal heeft de dimensie $\text{W/m}^2\text{K}$, maar nu is het direct op te vatten als een feedback. Die feedback, laten we die L [$\text{W/m}^2\text{K}$] noemen, moet dan worden afgetrokken van de totale *radiative feedback* van 1.5 [$0.8...1.9$] $\text{W/m}^2\text{K}$, die in het IPCC AR4 de *climate sensitivity* bepaalt.

Bijvoorbeeld, als $L=6 \text{ W/m}^2\text{K}$, dan wordt de totale feedback $1.5-6=-4.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, en de *climate sensitivity* wordt dan $1.08 / [1-(-4.5/3.7)] = 0.5^\circ\text{C}$ per verdubbeling van de CO_2 concentratie, in plaats van $1.08/[1-1.5/3.7]=1.8^\circ\text{C}$. Het gevaar van een *runaway greenhouse effect* is geweken.

4. Metingen van de warmteoverdrachtscoëfficiënt boven een nat aardoppervlak

De laatste tijd zijn via Internet betrouwbare **meetresultaten** toegankelijk geworden van waaruit die toename, L in $\text{W/m}^2\text{K}$, eenduidig is af te leiden. Voor die afleiding is geen ingewikkeld klimaatmodel nodig.

4.1. Lake Hefner study

Het Hefnermeer is het in 1947 aangelegde drinkwater reservoir voor de City of Oklahoma. In 1952 is daar een meting gedaan van de waterverdamping. Bij 23°C en 4 m/s was dat omgerekend 110 W/m^2 . Hier is de windsnelheid onafhankelijk van de temperatuur, de waterdampspanning stijgt bij 24°C met 6% per $^\circ\text{C}$, dus de toename van de latente convectieve warmtestroom vanaf het wateroppervlak met de temperatuur is $7.3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4.2. Windsnelheid en zeeoppervlaktemperatuur

De relatie tussen zeeoppervlaktemperatuur [SST] en windsnelheid ter plaatse is gemeten door *Chelle Gentemann & al: Science, vol 288, p 848, 5 May 2000*:

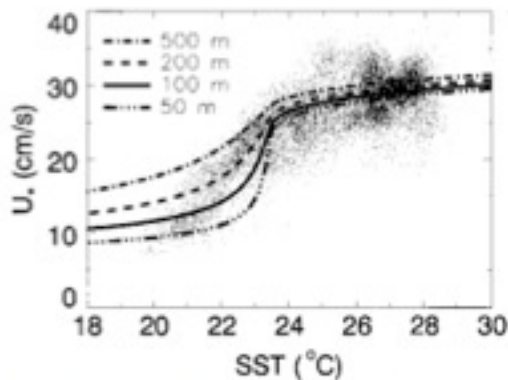


Fig. 3. A scatter plot of the weekly averaged values of U_* versus SST shown in Fig. 2. The spatial resolution of each value is 50 km. The four curves show the U_* -versus-SST relation given by a boundary layer model (26) having a thickness of 50 to 500 m. The air temperature and wind speed at the top of the boundary layer are assumed to be 24°C and 9 m/s, respectively.

We zien hier wat we in de tropen ook aan den lijve ondervinden; bijna elke dag als de zon het natte [planten en water] oppervlak voldoende heeft opgewarmd, komt er een bui met veel wind en regen die de temperatuur circa 10 °C doet dalen in een paar minuten.

We weten de toename van de waterverzadigingsdampdruk als functie van de temperatuur, we weten dat de stofoverdracht van waterdamp vanaf het zeeoppervlak evenredig met de windsnelheid toeneemt, en we weten wat het verband is van de U^* [friction velocity] en de windsnelheid zelf. We komen dan op een toename van 30% per °C van de latente warmteoverdracht, dat is **40** W/m²K boven de oost-Pacific, waar de metingen zijn gedaan. We mogen dit getal niet gebruiken in de *climate sensitivity*, want het is een lokaal gebeuren rond de ITCZ, de Inter Tropical Convergence Zone, en we weten niet hoe we dit moeten wegen over de hele aarde.

4.3. Verband tussen wind en SST

www.ncdc.noaa.gov/oa/rsad/seawinds-blending.pdf geeft de correlatie van windsnelheid en SST over tijdvak van juni 1987 tot januari 2005 over een groot gebied in de Oostelijke Stille Zuidzee. De windcijfers zijn *blended*, d.w.z. geven alleen de snelheids-anomalie in m/s. We zien dat de wind toeneemt met 0.4 m/s voor 0.2*4 °C SST, of 0.5 m/s/K. We weten dat de gemiddelde windsnelheid 12 knopen is, of 6.2 m/s, en dat resulteert in een toename van de stofoverdrachtscoëfficiënt van 0.5/6.2=8.1 %/K. Dit komt, rekening houdend met een gemiddelde 110 W/m²K en een waterdampdruktoename van 6.25% / K, overeen met een toename van de latente warmtestroom van **16.5** W/m²K, over een groot oppervlak en gemiddeld over vele jaren.

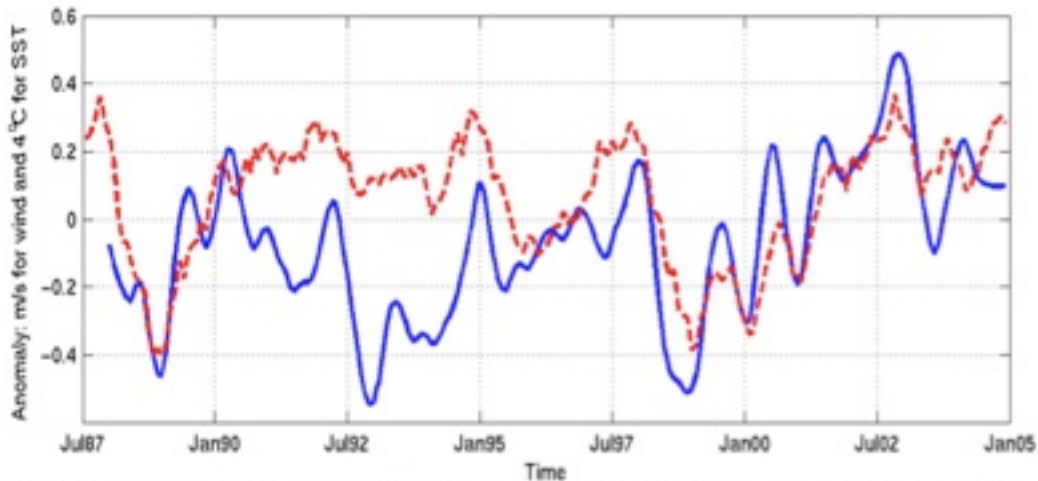
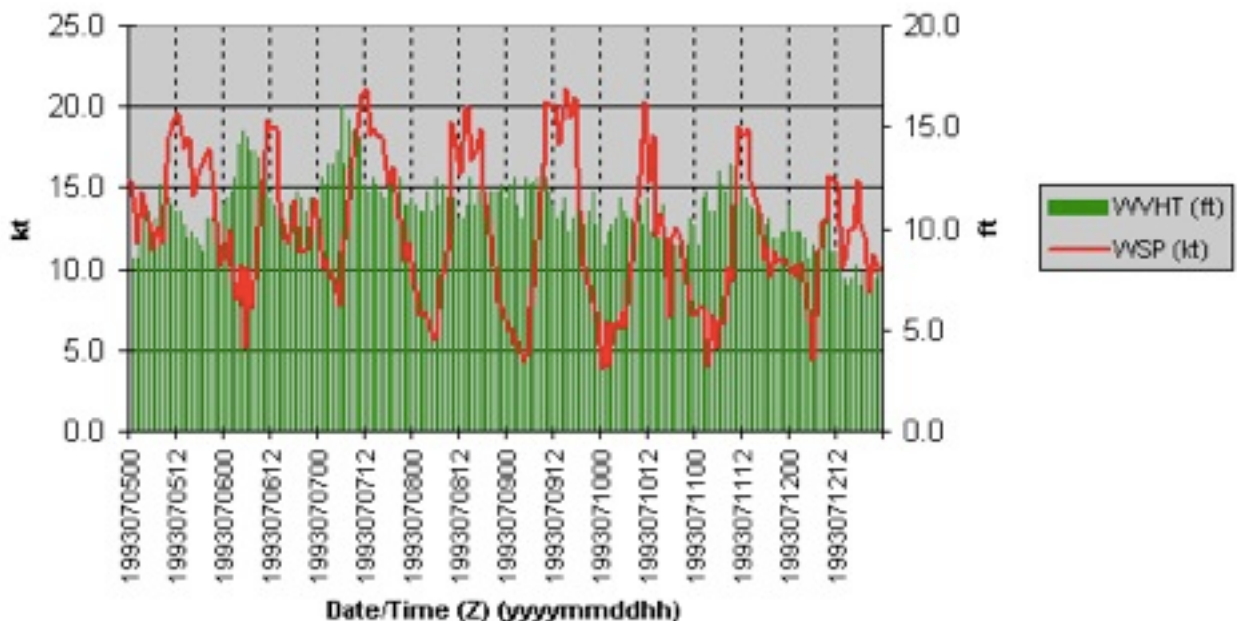


Figure 6. Interannual variations of the blended winds averaged over the eastern tropical Pacific (10°S-10°N, 150°W-90°W; solid line) and SST anomaly over the NINO4 region (5°S-5°N, 150°E-150°W; dashed line).

4.4. Correlatie van de metingen van één meetboei

Tropische regenbuien zijn erg lokaal, slechts één van de ochtend-cumuluswolken ontwikkelt zich tot een bui als de waterduppeltjes in de top van de wolk bevroren en de opwaartse convectie nog eens extra versterken. Daarom zijn ze ook erg moeilijk te vatten in een klimaatmodel. Maar het meten lukt goed:

<http://www.wrh.noaa.gov/wrh/03TAs/0306/case06/case06.html>



De windsnelheid in knopen [kt] en de golfhoogte in voet [ft] van 5 juli tot 12 juli 1993, waarden per uur, op de ITCZ West Pacific. We zien dat de wind elke dag rond 12 uur een maximum bereikt van bijna 20 knopen, 10.3 m/s. Die wind houdt typisch 5 uur aan en daalt dan naar een minimum van 5 knopen [2.6 m/s] in de vroege ochtend. In hetzelfde rapport zien we dat de SST een dagelijkse variatie van slechts 0.5 °C kent:

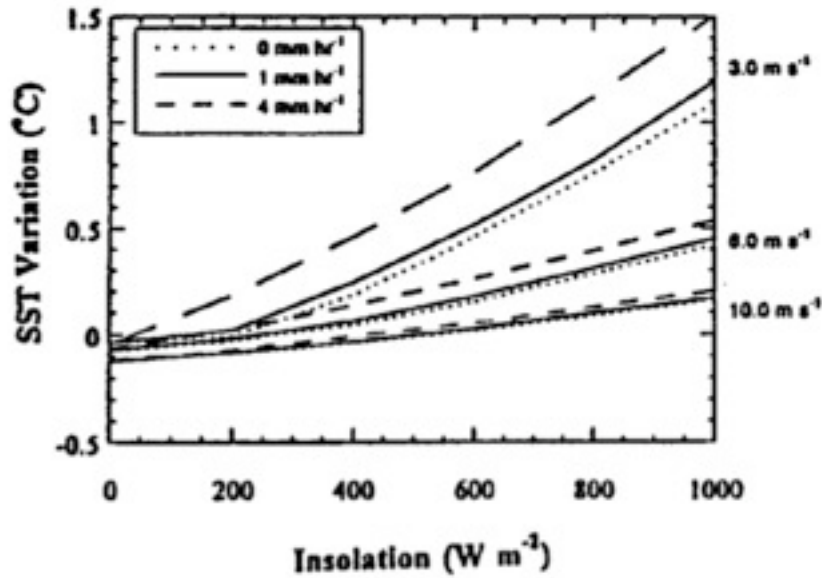


Figure 1. The amplitude of the diurnal variation of the SST as a function of peak insolation for different values of wind speed and rainfall following the rainfall. The coldest SST is for the night rain and the warmest SST is for the a.m. rain.

Table 3. Summary of case study statistics.										
Case	Date	Peak Insolation (Wm^{-2})	Wind Speed (Ms^{-1})	Total Precip (mm)	Average Skin SST ($^{\circ}\text{C}$)	Diurnal SST Range ($^{\circ}\text{C}$)	Average 1cm SST ($^{\circ}\text{C}$)	Average 0.5m SST ($^{\circ}\text{C}$)	Average 4.5m SST ($^{\circ}\text{C}$)	OML Depth (m)
1	11/16-11/17	929	2.7	3.3	29.2	1.31	29.6	29.8	29.6	3.8
2	12/23-12/24	368	6.0	6.9	28.7	-0.14	29/1	29.1	29.1	24.3
3	12/26-12/27	629	5.5	70.5	28.5	0.30	28.8	28.8	28.9	41.5
4	12/31-1/1	857	9.5	2.2	28.3	0.10	28.6	28.6	28.6	35.2
5	1/9-1/10	910	1.8	0.2	28.8	1.50	29.2	29.3	20.1	4.7
6	2/3-2/4	852	5.3	10.3	28.7	0.48	29.1	29.1	29.1	28.4
7	2/9-2/10	557	4.9	51.4	28.7	-0.09	29.0	29.0	29.0	23.9

Table 1. Changes in surface heat flux components associated with a 1°C change in SST for average conditions during the TOGA COARE IOP.

Component	Flux Change	
	(Wm ⁻²)	(%)
Upwelling Longwave	6.3	1.3
Sensible Heat	2.4	23.3
Latent Heat	18.7	16.2

Experiment (COARE) Intensive Observation Period (IOP). Substantial changes are seen particularly in the surface latent heat flux. All of the changes are of the same sign (i.e., none of the changes cancel if the net surface heat flux is being evaluated). Therefore, a 1°C change (or error) in sea surface skin temperature would result in a change (or error) of 27 W m⁻² in the net surface heat flux. In many instances, an error of this magnitude would be large enough to change even the sign of the net surface heat flux and could significantly modulate atmospheric boundary layer and convective processes. Therefore, care must be taken in using the correct skin SST to evaluate the surface fluxes and in determining the diurnal variation of SST in the TWP.

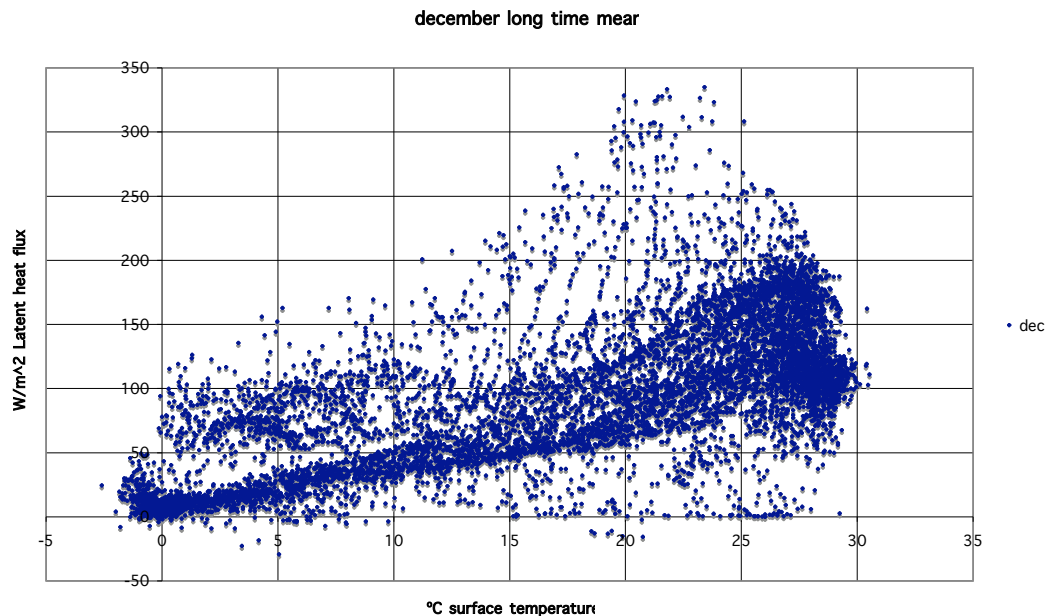
Het COARE experiment resulteert in een totale toename van de opwaartse warmtestroom van $6.3 + 2.4 + 18.7 = 27.4$ W/m²K. Maar ook dit is een lokaal effect, waarvan we niet weten hoe het over de hele globe te verdelen. Bovendien is het questieus om de *sensible heat* ook mee te nemen, omdat die weer grotendeels naar het aardoppervlak kan terugkeren langs de droge adiabaat [dus isentropisch, dus omkeerbaar] in de woestijngebieden en in het heldere klimaat boven zee in de passaatgebieden.

4.5. De tropische thermostaat

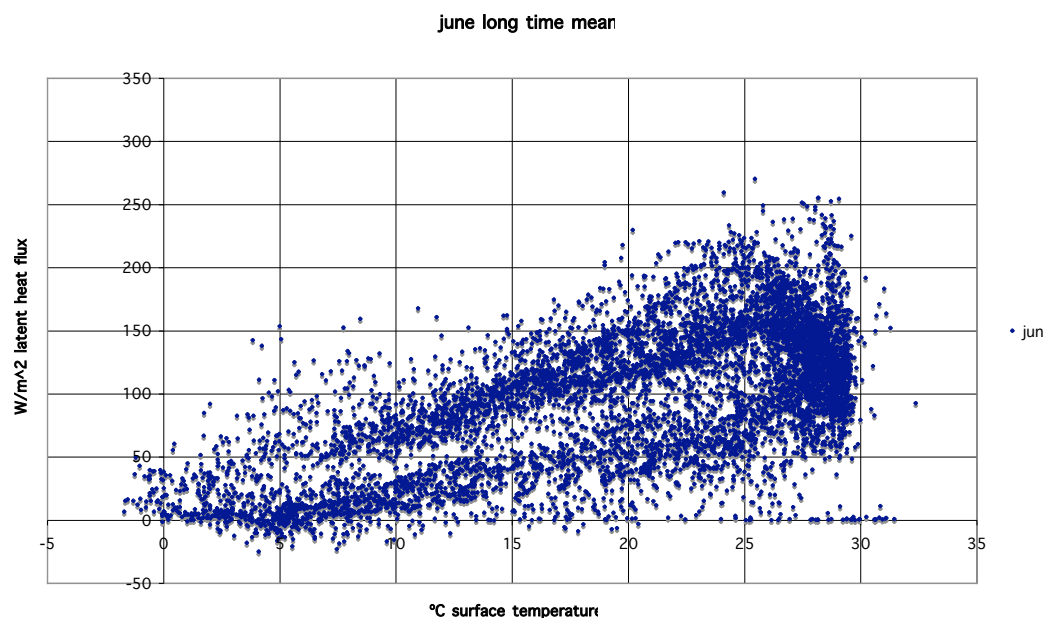
Wat we kwalitatief zien daar in de ITCZ is de “thermostaat” van ons klimaat, die elke dag werkt; zodra de zon een paar uur heeft geschinen komt er een massieve koeling op gang, die niet alleen de temperatuurstijging beperkt, maar de temperatuur ter plaatse zelfs aanmerkelijk doet dalen door de koude neerslag uit de dagelijkse bui. De latente warmte wordt effectief naar de top van de troposfeer getransporteerd, van waaruit de uitstraling naar het heelal vrijwel ongehinderd kan plaats vinden.

4.6. NOAA metingen van SST en latente warmtestroom

De National Oceanic and Atmospheric Administration heeft een uitgebreide meetreeks van klimaatvariabelen, waaronder ook de zeeoppervlaktemperatuur en de latente warmtestroom ter plaatse in dezelfde periode [een maand], gemiddeld over jaren en over al het zeeoppervlak [SST] tussen 80 ° NB en 80 ° ZB. Maken we een correlatie van die twee, bijvoorbeeld voor december en voor juni, dan ziet dat er zo uit:



In december zien we bij 80 W/m² en 5 °C duidelijk de Golfstroom,

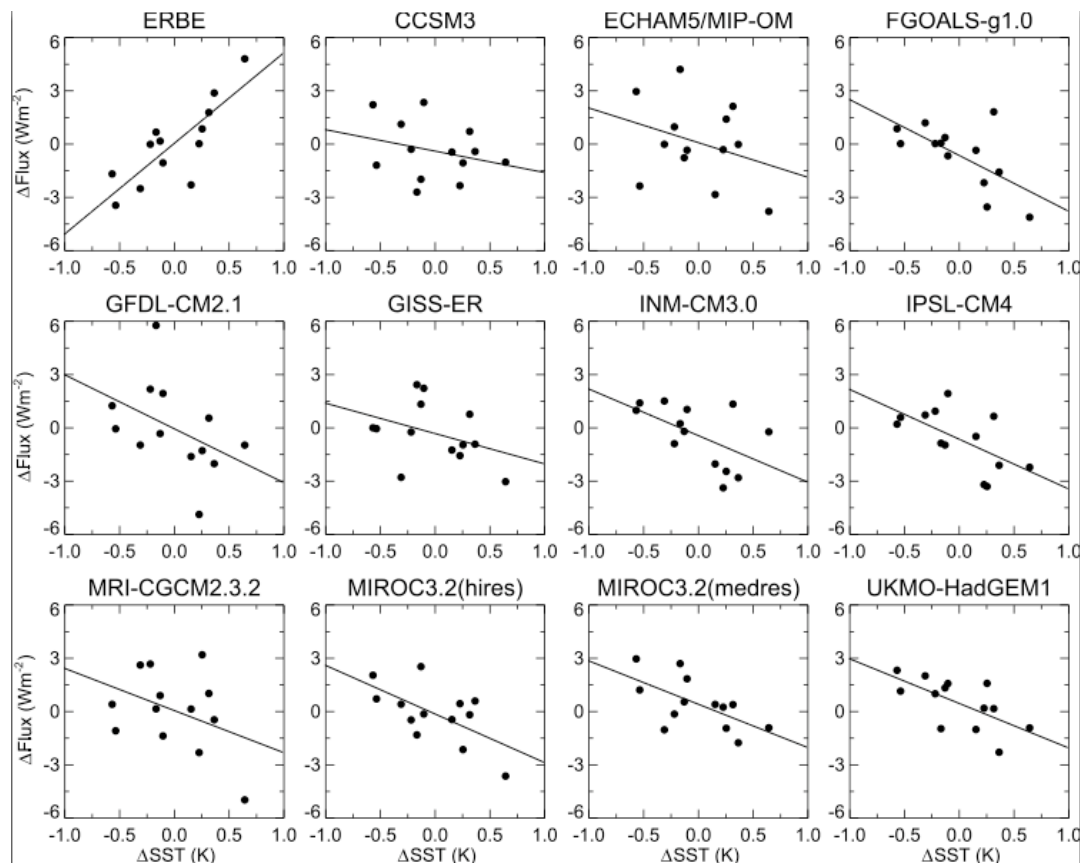


in juni is dat effect veel minder.

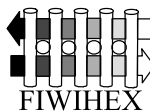
Uit de twee correlaties is een temperatuurinvloed van de latente warmtestroom af te leiden van 0 boven de koude zee tot ruwweg 8 W/m²K in de tropen waar de grootste warmtestroom plaatsvindt.

5. Vergelijking van de totale warmtestroomvariatie met de SST tussen ERBE satellietmetingen en de uitkomsten van diverse klimaatmodellen

On the determination of climate feedbacks from ERBE data, Richard S. Lindzen and Yong-Sang Choi, Program in Atmospheres, Oceans, and Climate, Massachusetts Institute of Technology, laat zien dat metingen van de IR flux naar de ruimte als functie van verschillen in SST er anders uitzien dan 11 verschillende klimaatmodellen theoretisch berekenen. ERBE is het acronym voor Earth Radiation Budget Experiment, http://eosweb.larc.nasa.gov/PRODOCS/erbe/table_erbe.html



We zien dat de ERBE metingen een **toename** van de warmtestroom naar de ruimte meten van **5** W/m² per K SST opwarming, terwijl de klimaatmodellen [CCSM3.....UKMO-HadGEM1] een **afname** van de warmtestroom naar de ruimte voorspellen van 0.5 ... 3 W/m² per K SST opwarming, consistent met IPCC AR4. De toename van de latente warmtestroom is hier niet meer te onderscheiden, het gaat hier om de **totale** warmtestroom die als [IR+gereflecteerd zonlicht] straling de aarde verlaat. Maar dit getal, **5** W/m² K is nu juist bepalend voor de *climate sensitivity*. Omdat dit de totale warmteafgifte naar het heelal is, wordt de *climate sensitivity* hiermee: $1.08 / [1+5/3.7] = 0.46$ °C als gevolg van een CO₂ verdubbeling.



6. Conclusie

Het is mij duidelijk dat er iets ontbreekt in de gebruikelijke klimaatmodellen, en dat is de toename van de opwaartse latente warmtestroom als gevolg van een toename van de aardoppervlaktemperatuur. Herstellen we de positieve terugkoppeling van $1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ in de klimaatmodellen met de veel grotere negatieve terugkoppeling van $6 \text{ W/m}^2\text{K}$ globaal tot $40 \text{ W/m}^2\text{K}$ lokaal die het gevolg is van de toename van de warmtestroom door verdampend water uit natte gebieden van het aardoppervlak, dan wordt het beeld van de gevoeligheid van ons klimaat tengevolge van een stijging van de CO_2 concentratie geheel anders. Van een griezelige meekoppeling die tot een levensgevaarlijke opwarming kan leiden, tot een verwaarloosbare stijging van een halve graad als gevolg van een verdubbeling van de CO_2 concentratie van 280 tot 560, en één graad gaande van 280 tot 1120 ppm. Die ene graad is vergelijkbaar met de [zegenrijke] opwarming die sinds de “kleine ijstijd” is gemeten.

7. Wat nu te doen?

De maatregelen die de politici voor ogen staan om de *climate change* te beperken, zijn over het algemeen een duidelijke stap voorwaarts in beschavingsniveau. Het ophouden met overmatig gebruik van fossiele brandstoffen, het ontwikkelen van “duurzame” energie technieken, überhaupt het loslaten van de drang naar voortdurende materiële groei, het geven van ruimte aan landen die die groei nog niet hebben meegemaakt, het compenseren van arme landen die van destructieve boskap moeten leven, is alleszins te prijzen.

De vraag is, of deze politieke richting wel mag rusten op gebrekkige Natuurkunde.

Ik vind van niet.

Die politiek moet niet afhankelijk zijn van een fysisch slecht gefundeerde opinie van “klimaatgeleerden”, zeker als die, zoals mij tijdens mijn discussie met de heren dr. Rob van Dorland en ir. Peter Siegmund van het KNMI is gebleken, praktisch slecht toegankelijk zijn voor een Natuurkundige discussie ter zake.

Nederland heeft [had in de 16de en 17de eeuw] een traditie in het zich niet geheel aanpassen aan heersende politieke meningen. Laten we die traditie in ere houden, door in ieder geval een openbare discussie te laten plaatsvinden tussen Nederlanders die zich met deze kwestie intensief hebben beziggehouden. Het onderwerp is er waarachtig belangrijk genoeg voor.

Twekkelo, 25-12-2009