



**UvA-DARE (Digital Academic Repository)**

**Klimaatgeschiedenis wijst op belangrijke rol van de zon**

van Geel, B.; Jansen, B.

*Published in:*  
Kennisklink [online]

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

van Geel, B., & Jansen, B. (2008). Klimaatgeschiedenis wijst op belangrijke rol van de zon. *Kennisklink [online]*. <http://www.kennisklink.nl/web/show?id=214167>

**General rights**

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Disclaimer/Complaints regulations**

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.



ARTIKEL

TERUG | MAIL | SLA OP

METADATA

## Klimaatgeschiedenis wijst op belangrijke rol van de zon

24/10/2008

**VERSCHEENEN IN:** Vakpagina Aardwetenschappen

**TAAL:** Nederlands

**AUTEUR:** Dr. Bas van Geel en Dr. Boris Jansen, Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica (IBED), Universiteit van Amsterdam

**BRON:** Kennislink

**DATUM:** 24/10/2008

### SAMENVATTING

De focus op koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) als veroorzaker van de huidige klimaatverandering is enorm. Echter, veranderende zonneactiviteit blijkt het klimaat sterk te beïnvloeden, bijvoorbeeld rond 800 v. Chr. En dat terwijl de CO<sub>2</sub>-concentratie stabiel bleef! De huidige nadruk op de rol van CO<sub>2</sub> is waarschijnlijk niet terecht.

Uit de natuurlijke klimaatarchieven in de bodem blijkt dat het klimaat hypergevoelig is voor kleine veranderingen in zonneactiviteit. De invloed van de zon op de temperatuurtoename van de afgelopen eeuw zou zelfs wel eens sterker kunnen zijn geweest dan de invloed van het versterkte broeikas effect. Veel politici, onderzoekers en milieuorganisaties hameren erop dat vooral menselijke invloed via CO<sub>2</sub>-uitstoot de huidige klimaatverandering heeft veroorzaakt. Als blijkt dat dit niet klopt, zal het maatschappelijk draagvlak om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen sterk afnemen. Dat is een groot probleem, want beperken van het gebruik van fossiele brandstoffen en investeren in duurzame energiebronnen is ook om andere redenen hard nodig.

### Veen als klimaatarchief

Veenafzettingen groeien als gevolg van de onvolledige afbraak van planten en ze vormen daarmee een natuurlijk archief van de vegetatiegeschiedenis. Stufmeelkorrels uit de wijde omgeving raken ingebed in het veen. Ze blijven duizenden jaren bewaard en kunnen in onze tijd herkend en herleid worden tot de betreffende plantensoort of groep van soorten. Op die manier kunnen paleo-ecologen de geschiedenis van de vegetatie reconstrueren en daarmee de factoren die tot verandering in de vegetatie geleid hebben, zoals klimaatveranderingen en menselijke invloed.



**Afbeelding 1:** De zon speelt een belangrijke rol in het klimaatsysteem.

De hoogvenen in Noordwest-Europa zijn bijzonder omdat ze voor de watervoorziening van de veenvormende planten geheel op regenwater zijn aangewezen. Daardoor zijn hoogvenen erg gevoelig voor klimaatveranderingen. Ruim honderd jaar geleden hebben de Scandinaviërs Blytt en Sernander daar gebruik van gemaakt en een indeling voorgesteld voor het Holoceen, de geologische periode vanaf de laatste IJstijd tot nu (de laatste 11.500 jaar). Op basis van veenprofielen onderscheidde zij achtereenvolgens het Boreaal, het Atlanticum, het Subboreaal en het Subatlanticum.

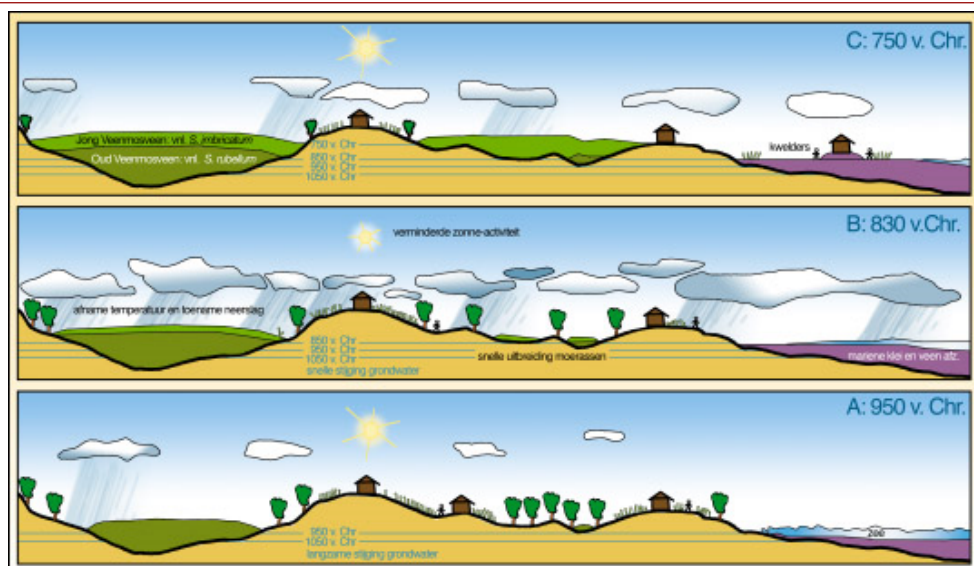
Veenafzettingen uit het Boreaal en het Subboreaal zijn meestal sterker vergaan (donkerder, meer geoxideerd) en bevatten vaak stronken van dennen en resten van struikheide. Zulke donkere lagen waren volgens Blytt en Sernander gevormd tijdens warme en droge perioden. De veenlagen uit het Atlanticum en het Subatlanticum daarentegen zijn meestal licht gekleurd, dus weinig vergaan. Ze werden volgens Blytt en Sernander gevormd tijdens koelere perioden met meer neerslag.

Uit later onderzoek weten we dat de indeling van het Holoceen van Blytt en Sernander wat al te simpel was, want er zijn veel meer klimaatveranderingen geweest (het klimaat is in feite nog nooit stabiel geweest). Overeind blijft echter dat de overgang van Subboreaal naar Subatlanticum een van de meest ingrijpende klimaatveranderingen van de afgelopen duizenden jaren is geweest. Wat dit voor Nederland betekende blijkt uit het volgende voorbeeld.

### Een ramp in West-Friesland rond 850 v. Chr.

De afgelopen veertig jaar zijn verschillende afzettingen waarin de overgang van Subboreaal naar Subatlanticum aanwezig was zeer nauwkeurig onderzocht. Bij de aanleg van de dijk tussen Enkhuizen en Lelystad bijvoorbeeld kwam in 1976 onder de deels weggegraven West-Friese Omringdijk bij Enkhuizen een veenlaag aan het licht. De veenlaag bleek te zijn ontstaan door een plotselinge verhoging van de waterspiegel rond 850 v. Chr. Niet omdat de zeespiegel gestegen was, maar omdat er plotseling veel meer neerslag viel. Als gevolg daarvan ontstond er in korte tijd een groot zoetwatermoeras in een gebied dat ongeveer 600 jaar bewoond was geweest. Ook uit archeologisch onderzoek is duidelijk gebleken dat de boeren in West-Friesland vanaf 850 v. Chr. in de problemen kwamen door die plotseling stijgende grondwaterspiegel. Eerst probeerden ze zich nog te redden door op terpjes te gaan wonen en hun akkers aan te leggen op hogere delen, maar na een paar decennia moesten ze toch het veld ruimen omdat het gebied één groot moeras was geworden. In afbeelding 2 wordt in een cartoon een beeld gegeven van de ontwikkeling in de tijd.

De klimaatverandering van 850 v. Chr. had uiteraard niet alleen in Nederland gevolgen. De invloed reikte tot in Zuid-Siberië en was trouwens niet voor iedereen negatief. Zo bloeide de cultuur van het nomadische ruitervolk de Scythen in Zuid-Siberië enorm op nadat een groot gebied van een halfwoestijn in een vruchtbare steppe was veranderd.



**Afbeelding 2:** Cartoon waarin de effecten van klimaatverandering in de periode van 950 v. Chr. tot 750 v. Chr. in Noord-Nederland in beeld worden gebracht. Tussen fase A en fase B nam de zonne-activiteit plotseling sterk af (overgang van Subboreaal naar Subatlanticum). Als gevolg daarvan trad er een grootschalige verandering in de atmosferische circulatie op. De regen brengende westenwinden namen sterk in intensiteit toe. Dit leidde in Noordwest-Europa tot een toename van de neerslag en een afname van de temperatuur. Daardoor vond er een abrupte stijging van de grondwaterspiegel plaats. Moerassen breidden zich snel uit, onder meer ten koste van landbouwgrond. In de hoogvenen veranderde de soortensamenstelling van de veenmossen onder invloed van de gewijzigde klimatologische omstandigheden. Boeren in laaggelegen gebieden moesten verhuizen als

gevolg van wateroverlast. Thermische contractie van oceaanwater leidde tot een tijdelijke stagnatie in de zeespiegelstijging. Voor het eerst ontstonden op grote schaal kwelders langs de Fries-Groningse kust. Deze gebieden vormden een ideale vestigingsplaats (vruchtbare bodem en goede drainage) voor boeren die elders hun land hadden moeten verlaten. In verband met de veiligheid werden terpen aangelegd. *Klik op de afbeelding voor een vergrote versie.*

### Overgang van Subboreaal naar Subatlanticum: invloed van de zon

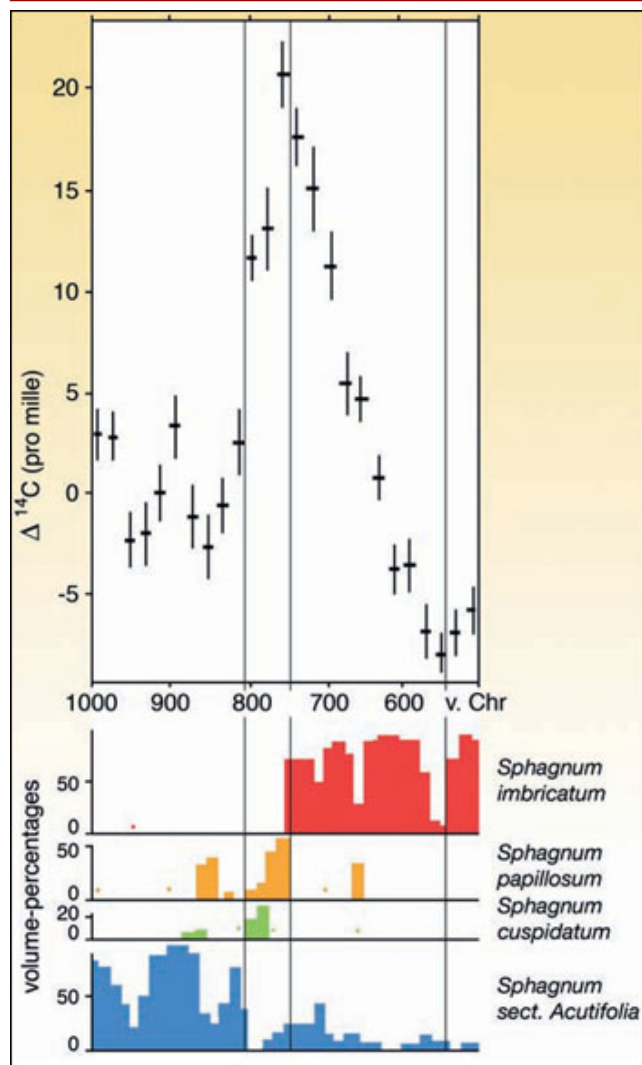
De klimaatverandering rond 850 v. Chr. is ook duidelijk te herkennen in hoogveenafzettingen in NW-Europa. Afbeelding 3 toont een hoogveenprofiel in Drente waarin een abrupte overgang in de veenvormende mossoorten te zien is van het donkere, zogenaamde 'Oude Veenmosveen' naar het 'Jonge Veenmosveen'. Uit nader onderzoek naar fossiele plantenresten (zie afbeelding 3) bleek dat niet alleen de kleur maar ook de soortensamenstelling van het veen veranderde: de veenmossoort *Sphagnum imbricatum* die van een koel en vochtig klimaat houdt, werd dominant. Een combinatie van veel dateringen en een zeer gedetailleerde studie van de veenvormende planten leverde een sterke aanwijzing voor de oorzaak van de klimaatverandering rond 850 v.Chr: afnemende zonneactiviteit. De sleutel voor die aanwijzingen is koolstof-14, ook wel aangeduid als  $^{14}\text{C}$ . Dit is een radioactieve isotoop van koolstof die ontstaat in de atmosfeer onder invloed van kosmische straling. Via  $^{14}\text{CO}_2$  dat in de fotosynthese wordt gebruikt, wordt  $^{14}\text{C}$  in planten en dieren vastgelegd.



**Afbeelding 3:** Monstername door D. van Smeerdijk (links) en W.A. Casparie van een hoogveenprofiel in het Bargerveen (Drente). De overgang van Subboreaal naar Subatlanticum is aangegeven met een pijl.

Er blijken in het verleden behoorlijke natuurlijke variaties te zijn geweest in het atmosferische  $^{14}\text{C}$  -gehalte. Variaties die vooral worden veroorzaakt door fluctuaties in straling die afkomstig is van de zon, meer in het bijzonder de 'zonnwind', een door de zon geproduceerd gas van een lage dichtheid dat bestaat uit protonen en elektronen. De zonnwind is van invloed op de hoeveelheid kosmische straling die uiteindelijk in de omgeving van de aarde doordringt. Op zijn beurt is de kosmische straling bepalend voor de hoeveelheid  $^{14}\text{C}$  die wordt aangemaakt in de atmosfeer. Bij een minder actieve zon is er

een zwakke zonnwind en dringt er veel kosmische straling door tot de aarde, en wordt er dus veel  $^{14}\text{C}$  gevormd. Bij een actieve zon wordt er juist weinig  $^{14}\text{C}$  aangemaakt.

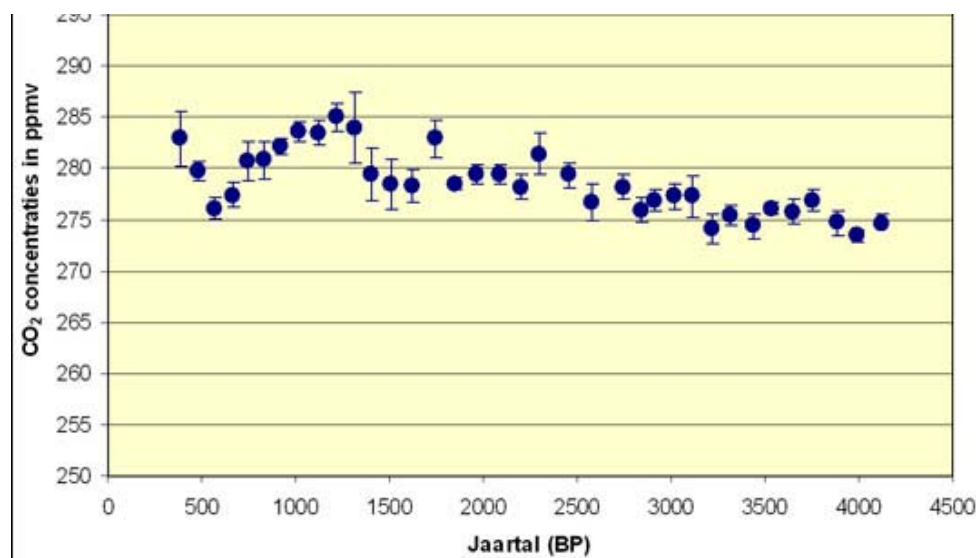


**Afbeelding 4:** Veranderingen in de samenstelling van hoogveen-vormende mossen tijdens de overgang van Subboreaal naar Subatlanticum in het Engbertsdijksveen (naar Van Geel et al., 1996). *Sphagnum*-soorten uit de sectie *Acutifolia* groeien vooral onder relatief droge, warme klimatologische omstandigheden. *Sphagnum cuspidatum* en *S. papillosum* geven een relatief hoge lokale waterspiegel aan. *Sphagnum imbricatum* is een soort die een hoge luchtvochtigheid en koele omstandigheden preferereert. De grote verandering vond plaats rond 850 v. Chr. toen de zonne-activiteit tijdelijk sterk afnam (snelle toename van  $^{14}\text{C}$ ).

De klimaatomslag in 850 v. Chr. met zijn afkoeling en hogere effectieve neerslag blijkt te zijn samengevallen met een sterke stijging van het  $^{14}\text{C}$ -gehalte in de atmosfeer, wat duidt op een duidelijk verminderde zonne-activiteit. In deze periode had de mens nog geen noemenswaardige invloed op  $\text{CO}_2$  gehalten in de lucht, en er zijn ook geen aanwijzingen dat er rond die tijd een plotselinge daling in  $\text{CO}_2$  gehalten door natuurlijke processen plaatsvond (zie ook Afbeelding 5). Het ligt daarom voor de hand verminderde zonne-activiteit als oorzaak te zien van de klimaatverandering rond 850 v. Chr.

Om de invloed van de zon op klimaatveranderingen tijdens het Holoceen te verklaren zijn er twee mechanismen die de op zichzelf vrij kleine fluctuaties in zonne-activiteit versterkt kunnen hebben. Op de eerste plaats zouden veranderingen in de intensiteit van de kosmische straling via ionisatie en de vorming van condensatiekernen voor waterdruppeltjes effect kunnen hebben op de vorming van wolken. Bij verminderde zonne-activiteit (meer kosmische straling) zou dat geleid kunnen hebben tot meer neerslag en lagere temperaturen door weerkaatsing van zonlicht. De tweede mogelijkheid (die trouwens de eerste mogelijkheid niet uitsluit) betreft het effect van de veranderende intensiteit van de ultraviolette (zonne)straling op de vorming van ozon in de stratosfeer en daarmee op de absorptie van zonnewarmte. Als gevolg daarvan kunnen luchtstromingen veranderen, en daarmee de temperatuur en de neerslag.





**Afbeelding 5:** Veranderingen in de atmosferische CO<sub>2</sub> concentraties in de periode tussen ongeveer 500 en 4000 jaar geleden. De gegevens zijn gebaseerd op metingen aan luchtbelletjes die in de Taylor Dome gletsjer op Antarctica zijn bewaard gebleven. De foutenbalken geven de onzekerheid in de data weer (2 standaarddeviaties). De data is afkomstig van de "National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA) van de Amerikaanse overheid (<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/metadata/noaa-icecore-2419.html>) en is in 1999 gepubliceerd in het blad *Nature*. De periode van 950-750 v. Chr. valt ongeveer tussen 2700 en 3000 BP. (bron: *Taylor Dome - Carbon Dioxide Data, 0-11 KYrBP*)

De samenhang tussen een toegenomen atmosferisch <sup>14</sup>C gehalte ten gevolge van verminderde zonne-activiteit en de klimaatverandering rond 850 v. Chr. staat niet op zichzelf. De laatste jaren zijn er vele wetenschappelijke artikelen gepubliceerd waaruit blijkt dat verandering in zonne-activiteit ook tijdens andere perioden ingrijpende effecten heeft gehad op het klimaat. De Franse onderzoeker Michel Magny heeft aangetoond dat de hoogte van de waterspiegels in meren in Zuidoost-Frankrijk gedurende het Holoceen voortdurend veranderde in samenhang met de fluctuerende zonne-activiteit. Ook onderzoek aan afzettingen die afkomstig zijn uit grotten in Oman, en boringen in de afzettingen in het noordelijke deel van de Atlantische Oceaan wijzen er op dat het klimaat buitengewoon gevoelig is voor kleine veranderingen in zonne-activiteit. En dit betreft perioden van ver voor de industriële revolutie, toen er nog geen sprake kon zijn van een versterkt broeikas effect veroorzaakt door de mens.

#### **De huidige klimaatverandering: de rol van de zon versus de rol van CO<sub>2</sub>**

Er zijn sterke wetenschappelijke aanwijzingen dat stijgingen van atmosferische CO<sub>2</sub> concentraties in het verleden het gevolg waren van klimaatverandering (opwarming). Bij afkoeling daalde het CO<sub>2</sub>-gehalte weer. In de media wordt bijzonder veel aandacht gegeven aan CO<sub>2</sub> als veroorzaker van de klimaatverandering van de afgelopen eeuw. Door de eenzijdige focus op CO<sub>2</sub> gaan we voorbij aan de bron van bijna alle warmte op aarde en de reden dat we op onze planeet überhaupt een leefbaar klimaat hebben: de zon.

Er zijn zeer sterke aanwijzingen dat fluctuaties in zonne-activiteit een belangrijke sturende factor zijn geweest bij klimaatveranderingen in het verleden. Het klimaat is een buitengewoon ingewikkeld systeem en het is op dit moment nog onduidelijk welk aandeel de mens heeft gehad in de temperatuurstijging van de vorige eeuw (toen de activiteit van de zon uitzonderlijk hoog werd). Het is dan ook de vraag of de eenzijdige nadruk die de laatste jaren wordt gelegd op een versterkt broeikas effect vanwege extra CO<sub>2</sub>, wel terecht is. Wetenschappers die de processen op de zon bestuderen verwachten in de komende jaren een aanzienlijke teruggang in de activiteit van de zon. Dan zal er meer duidelijkheid kunnen komen over de afzonderlijke bijdragen van CO<sub>2</sub> en van de zon bij klimaatverandering.



**Afbeelding 6:** Subtiële variaties in de zonne-instraling hebben grote gevolgen voor het klimaat.



### Implicaties voor 'klimaatbeleid'

Op dit moment wordt vaak ten onrechte de indruk gewekt dat alleen CO<sub>2</sub> de oorzaak van klimaatverandering is. Een treffend voorbeeld is het rapport "Arctic Climate Impact Science - An update since ACIA" van het Wereld Natuurfonds (WNF) dat in april 2008 verscheen. Uit het rapport blijkt dat de gevolgen van klimaatverandering op de Noordpool zich veel sneller voltrekken en veel groter zijn dan door de wetenschap is voorspeld. Het snelle afsmelten van het poolijs is uitgebreid in het nieuws geweest [zie *ander kennislink artikel van Boris Jansen*]. Naar aanleiding van het zeer snel smelten van het poolijs trekt de algemeen directeur van het WNF, Johan van de Gronden, de volgende conclusie: "Een van de belangrijkste taken ligt hier bij ons. Met het drastisch terugdringen van onze CO<sub>2</sub>-uitstoot kunnen we verdere opwarming van de aarde tegengaan". Maar die bewering klopt niet. Als duidelijk is dat de gevolgen van klimaatverandering op de Noordpool vele malen groter zijn dan de wetenschap heeft voorspeld, dan is de enige conclusie die je kunt trekken dat wetenschappers nog niet voldoende begrijpen hoe klimaatverandering werkt. En dat we dus ook niet weten wat precies de rol van CO<sub>2</sub> is. Zolang dat het geval is, weten we ook niet zeker hoe we klimaatverandering kunnen tegengaan en of we die wel kunnen tegengaan!

Nu kan men natuurlijk stellen dat, zolang we het niet zeker weten, we beter maar het zekere voor het onzekere kunnen nemen en onze CO<sub>2</sub> uitstoot dus moeten verminderen. Er zijn in elk geval ook heel goede andere redenen om minder CO<sub>2</sub> te produceren. Zo zorgt de verhoogde CO<sub>2</sub> concentratie in de lucht voor verzuring van de oceanen [zie *ander kennislink artikel van Boris Jansen*]. Daarnaast is onze afhankelijkheid van fossiele brandstoffen een belangrijke oorzaak voor politieke spanningen in de wereld. Fossiele brandstoffen worden schaars en zijn op een gegeven moment gewoon op, waardoor we hoe dan ook op andere energiebronnen zullen moeten overgaan. Vermindering van het gebruik van fossiele brandstoffen zal ook leiden tot minder luchtvervuiling. Bovendien kunnen we olie beter gebruiken als grondstof dan als brandstof.

Kortom: minderen wat betreft het gebruik van fossiele brandstoffen is hard nodig, maar we moeten om dat te bereiken wel de juiste argumenten gebruiken. De wal zou het schip kunnen keren als blijkt dat vooral de zon de opwarming van het klimaat heeft veroorzaakt. Als dat het geval blijkt te zijn dan zullen mensen zich bedrogen voelen en zal daardoor de motivatie om de CO<sub>2</sub> productie te verminderen kunnen verdwijnen als sneeuw voor de zon. Met andere woorden: energiebeleid is een noodzaak, maar het etiket 'klimaatbeleid' is mogelijk onzinnig en kan in de nabije toekomst contraproductief werken.

### Bronnen:

Van Geel et al., 1996. Archaeological and palaeoecological indications for an abrupt climate change in The Netherlands and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP. *Journal of Quaternary Science* **11**: 451-460.

Van Geel et al., 2004. Climate change and the expansion of the Scythian culture after 850 BC, a hypothesis. *Journal of Archaeological Science* **31**: 1735-1742.

Doney & Schimel, 2007. Carbon and Climate System Coupling on Timescales from the Precambrian to the Anthropocene. *Annual Reviews in Environmental Resources* **32**: 31-66.

Indermühle et al., 1999. Holocene carbon-cycle dynamics based on CO<sub>2</sub> trapped in ice at Taylor Dome, Antarctica. *Nature* **398**: 121-126.

Wereldrecord ijssmelten gebroken! (Kennislinkartikel van dr. Boris Jansen)

Noordpool smelt sneller dan ooit voorspeld (artikel van ODE)

Klimaatverandering en verzuring van de zee: is het einde van de mossel in zicht? (Kennislinkartikel van dr. Taylor Domè - Carbon Dioxide Data, 0-11 KYrBP (Eng.))

**Zie ook:**

Klimaatspecial Live Earth (Kennislinkdossier)

Broeikaseffect - vriezen of smoren (Kennislinkdossier)

De polen (Kennislinkdossier)

Groenlandse glijbaan vertraagt (Kennislinkartikel)

Klimaatverandering en regenval (Kennislinkartikel van IBED)

Poolkap smelt sneller dan voorspeld (Kennislinkartikel)

Grootste ijs-shelf op noordelijk halfrond opgebroken (Kennislinkartikel van NGV Geonieuws)

Noordpool warmt sneller op (Kennislinkartikel)

Zeespiegel stijgt sneller dan verwacht (Kennislinkartikel van het KNMI)



Het **IBED (Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics)** is onderdeel van de Universiteit van Amsterdam. Het instituut integreert onderzoek naar biodiversiteit, ecosystemen en het milieu en maakt daarbij gebruik van methoden en technieken uit de biologie, chemie en fysische geografie.

---

**PARTNERS BOEKENPLEIN**

Kennislink wordt in opdracht van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap uitgevoerd door Stichting Nationaal Centrum voor Wetenschap en Technologie.  
copyright 1999-2005 Kennislink colofon /disclaimer