

Neues von den Eiszeiten



In [SOD](#), einem hochwertigen US-Wissenschaftsblog, wurde bereits ausführlich auf die Stärken und Schwächen der Milankovic-Theorie eingegangen. Zusammen mit Chris Frey hatte der Autor eine ganze Reihe von Artikeln aus SOD zu dem Rätsel der Eiszeiten bereits vor 5 Jahren übersetzt und in den EIKE-News veröffentlicht (am einfachste im EIKE-Suchfenster „Ghosts of climate past“ eingeben).

Nun ist vom Forscher Dr. Peter Köhler (AWI Bremerhaven) zusammen mit seinem Mitautor Prof. Dr. Roderik S. W. van de Wal (Utrecht University) eine neue Facharbeit über die Eiszeiten erschienen ([hier](#)). Sie ist open, das pdf kann daher frei heruntergeladen werden. Köhler und van de Wal verwendeten dabei einen bereits bekannten Datensatz, der von L. E. Lisieki und M. E. Raymo schon früher veröffentlicht wurde ([hier](#) und [hier](#)).

Glücklicherweise gibt das AWI regelmäßig für Presse und Öffentlichkeit bestimmte Berichte über seine Forschungstätigkeit heraus. Der betreffende Bericht über die hier in Rede stehende Facharbeit geben wir nachfolgend ungekürzt wieder, für weitere Infomationen gibt das AWI seine E-Mail Adresse medien@awi.de an:

[AWI-Pressemitteilung vom 26.10.220](#)

Eis- und Warmzeiten in unregelmäßigem Wechsel

Im Laufe der jüngeren Erdgeschichte der letzten 2,6 Millionen Jahre haben sich Eis- und Warmzeiten immer wieder abgewechselt. Dabei gab es wechselnde Phasen, in denen beide entweder regelmäßig oder unregelmäßig aufeinander folgten. Der AWI-Forscher Peter Köhler hat jetzt herausgefunden, dass unregelmäßige Wechsel offenbar häufiger auftraten, als bislang vermutet. Seine Arbeit trägt dazu bei, die grundlegenden Klimaänderungen der Erde besser zu verstehen.

Wer die Rolle des Menschen bei der Entwicklung des heutigen Klimas verstehen will, muss weit zurückblicken, denn Klimawandel hat es schon immer gegeben – allerdings auf ganz anderen Zeiträumen als der vom Menschen verursachte Klimawandel, der vor allem auf dem Verbrauch fossiler Brennstoffe in den letzten 200 Jahren beruht. Ohne den Menschen wechseln sich Eis- und Warmzeiten seit Millionen von Jahren über zigtausende von Jahren ab, vor allem durch die schräg stehende Erdachse. Deren Winkel verändert sich regelmäßig mit einer Periodizität von 41.000 Jahre um wenige Grad. Dadurch

verändert sich auch der Winkel, in dem die Sonnenstrahlen auf die Erde treffen – und somit die Energie, die insbesondere im Sommer in den hohen Breiten auf den Globus trifft. Allerdings gibt es starke Hinweise darauf, dass im Laufe der letzten 2,6 Millionen Jahre immer wieder einmal Warmzeiten übersprungen wurden. Die Nordhalbkugel – insbesondere Nordamerika – blieb länger vereist, obwohl sich der Winkel der Erdachse derart änderte, dass wieder mehr Sonnenenergie im Sommer die Erde erreichte und die Landeis Massen hätten schmelzen müssen. Die Schrägstellung der Erdachse kann also nicht der alleinige Grund für den Wechsel von Eis- und Warmzeiten sein.

Um das Rätsel zu lösen, wollen Klimaforscher genauer klären, wann in der Erdgeschichte Unregelmäßigkeiten auftraten. Zusammen mit Kollegen von der Universität Utrecht hat der Physiker Peter Köhler vom Alfred-Wegener-Institut (AWI) jetzt einen wichtigen Beitrag dazu geleistet, die Abfolge von Eis- und Warmzeiten während der vergangenen 2,6 Millionen Jahre besser nachzuvollziehen. Bisher ging die Fachwelt davon aus, dass vor allem während der letzten 1,0 Millionen Jahre Eis- und Warmzeiten vom typischen 41.000-Jahre-Rhythmus abwichen, Warmzeiten übersprungen wurden und die Eiszeiten daher 80.000 oder gar 120.000 Jahre dauerten. „Für den Zeitraum zwischen 2,6 und 1,0 Millionen Jahren ging man eher von einer regelmäßigen Abfolge im Rhythmus von rund 41.000-Jahren aus“, sagt Peter Köhler. Wie seine Arbeit zeigt, die jetzt im Fachjournal Nature Communications erschienen ist, traten aber auch zwischen 2,6 und 1,0 Millionen Jahren immer wieder Unregelmäßigkeiten auf.

Die Arbeit von Peter Köhler ist deshalb interessant, weil er dafür einen altbekannten Datensatz neu ausgewertet hat, mit dem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schon seit vielen Jahren arbeiten – dem LR04-Klimadatensatz. Doch kommt er jetzt zu ganz anderen Ergebnissen. Bei diesem Datensatz handelt es sich um eine weltweite Auswertung von Bohrkernen aus Millionen Jahre alten Tiefseesedimenten. Der Datensatz enthält Messwerte aus den uralten Hartschalen mikroskopisch kleiner, einzelliger Meeresbewohner – den Foraminiferen, die sich am Meeresboden abgelagert haben. Foraminiferen bauen in ihren Kalkschalen Sauerstoff aus dem Meerwasser ein. Im Meerwasser aber schwankt im Laufe von Jahrtausenden der Gehalt bestimmter Sauerstoff-Isotope – von Sauerstoffatomen, die sich in der Zahl ihrer Neutronen und damit ihrem Gewicht unterscheiden.

¹⁸O verrät, wie die Welt aussah

Der Datensatz LR04 enthält Messwerte des Verhältnisses des schweren Sauerstoff-Isotops ¹⁸O zum leichteren ¹⁶O. Die Einlagerung dieses ¹⁸O/¹⁶O Verhältnisses in den Foraminiferen ist von der Wassertemperatur abhängig. Doch gibt es noch einen zweiten Effekt, der dazu führt, dass man in den Schalen der Foraminiferen während Eiszeiten relativ viel ¹⁸O findet: Wenn im Laufe einer Eiszeit Unmengen von Schnee auf Land herabschneien und damit dicke Landeis schilde wachsen, sinkt der Meeresspiegel – im untersuchten Zeitraum während der Eiszeiten um bis zu 120 m. Da ¹⁸O schwerer als ¹⁶O ist, verdunsten Wassermoleküle mit diesen schweren Isotopen weniger stark als Moleküle, die das leichtere Sauerstoff-Isotop enthalten. Somit bleibt verhältnismäßig mehr ¹⁸O im Meer zurück und der ¹⁸O-Gehalt in den Hartschalen

der Foraminiferen steigt automatisch an. „Wenn man den LR04-Datensatz direkt nutzt, vermischt man folglich zwei Effekte – den Einfluss der Meerestemperatur und den Einfluss des Landeises beziehungsweise des sinkenden Meeresspiegels“, sagt Peter Köhler. „Aussagen über den Verlauf der Eiszeiten werden damit unsicher.“ Und noch etwas komme hinzu: Den Verlauf von Eiszeiten machen Klimaforscher vor allem an der Vereisung der Nordhalbkugel fest. Anhand des ¹⁸O-Werts aber kann man nicht unterscheiden, ob eine prähistorische Vereisung auf der Nordhalbkugel oder eher in der Antarktis stattgefunden hat.

Computermodell trennt die Einflussgrößen

Deshalb hat das Team um Peter Köhler den LR04-Datensatz jetzt ganz anders ausgewertet. Die LR04-Daten wurden in ein Computermodell eingegeben, das das Wachsen und Abschmelzen der großen Eisschilde auf den Kontinenten berechnen kann. Das Interessante daran: Das Modell ist in der Lage, den Einfluss der Temperatur und des sinkenden Meeresspiegels auf die ¹⁸O-Konzentration voneinander zu trennen. Außerdem kann es sehr genau analysieren, wann und wo Schnee fällt und die Landeisschilde wachsen – eher auf der Nordhalbkugel oder in der Antarktis. „Eine solche Trennung von Einflussgrößen nennen Mathematiker Dekonvolution oder auch Entfaltung“, sagt Peter Köhler. „Unser Modell ist dazu in der Lage.“ Im Ergebnis zeigt es, dass die Abfolge von Eis- und Warmzeiten bereits im Zeitraum von 2,6 bis 1,0 Millionen Jahren unregelmäßig war; eine Erkenntnis, die in den kommenden Jahren sehr wichtig werden könnte. Denn in dem laufenden großen EU-Projekt „BE-OIC Beyond EPICA Oldest Ice Core“ wollen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler jetzt tiefer denn je in das Eis der Antarktis bohren. Mit der bislang ältesten zurückreichenden Bohrung „EPICA“ sind sie nur rund 800.000 Jahre in die Vergangenheit gereist. Das uralte Eis gibt unter anderem darüber Aufschluss, wie viel Kohlendioxid die Erdatmosphäre damals enthielt. Mit „Beyond EPICA“ soll es nun rund 1,5 Millionen Jahre in die Vergangenheit gehen. Kombiniert man dann die Kohlendioxid-Messwerte mit den Analysen von Peter Köhler, kann man Hinweise darauf gewinnen, wie beides zusammenhängt – die Schwankungen in der Abfolge der Eiszeiten und der Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre. Und das ist wichtig, um zu verstehen, wie Treibhausgase und eiszeitliche Klimaänderungen grundlegend zusammenhängen.

Redaktionelle Anmerkung EIKE:

Der Autor erlaubt sich, auf das **eiszeitliche** in „eiszeitliche Klimaänderungen“ im letzten Satz des AWI-Berichts hinzuweisen, um journalistischen Missverständnissen oder Enttäuschungen vorzubeugen.