

Fossile Riesenbäume nördlich des Polarkreises

Im Nordosten Kanadas wurden weit nördlich des Polarkreises teilweise sehr gut erhaltene Baumstämme von Koniferen gefunden, die bis zu 9 m hoch waren. Sie stammen aus einer Zeit vor 40 bis 65 Millionen Jahren, als es dort etwa 10 Grad Celsius wärmer war als heute, wie Expeditionsleiter Dr. Lutz Reinhardt von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover erklärt. Damals war die Arktis von Wäldern bedeckt, wie sie heute in den gemäßigten Breiten vorkommen.

Die Baumstämme wurden während der BGR-Expedition CASE 12 entdeckt, die vom 4. August bis 5. September 2011 auf der nordkanadischen Ellesmere-Insel die Entstehung des Polarmeeres untersuchte. [1] [2] Seit 1992 erforscht die BGR zusammen mit Partnern von Universitäten und Forschungseinrichtungen im Rahmen des Projektes CASE (= Circum Arctic Structural Events) Randbereiche des Arktischen Ozeans, um solche Strukturen herauszufinden, die mit der Öffnung des Arktischen Ozeanbeckens und der Entstehung des Polarmeeres zusammenhängen.

Noch vor 60 Millionen Jahren waren Europa und Nordamerika miteinander verbunden. Wann genau es zur endgültigen Trennung kam, untersucht das Projekt mit geologischen, geophysikalischen, sedimentologischen und paläontologischen Methoden. Neben dem Einsatz einer Magnetometersonde, mit der Strukturen im tieferen Untergrund, auch unter Eis, sichtbar gemacht werden können, sind die geologischen, sedimentologischen und paläontologischen Untersuchungen auf die Gesteine am Erdboden konzentriert.

Die Geologin Dr. Martina Dolezych vom Forschungsmuseum Senckenberg in Dresden war den Bäumen nördlich des Polarkreises schon ein zweites Mal auf der Spur. Bereits in der CASE 11-Expedition hatte sie 2008 gut erhaltene Baumreste gefunden. [3] In diesem Jahr fand sie in kohligem Ablagerungen zum Teil sehr gut erhaltene Hölzer, bei denen sogar die Jahresringe noch zu erkennen sind (Bilder 1 und 2). Zusammen mit sedimentologischen Untersuchungen kann sie die damals vorherrschenden Pflanzengesellschaften rekonstruieren und Aussagen zu den klimatischen Bedingungen machen. Da sich die geographische Position der Bäume hinsichtlich der Nähe zum Nordpol in den vergangenen 40 Millionen Jahren nicht wesentlich geändert hat, muss es damals auch in polnahen Regionen wärmer gewesen sein.



1 - Stamm mit Astansatz aus dem Paläogen (zwischen ca. 65 und 25 Millionen Jahre alt) (Foto: M. Dolezych)

Der Fund solch großer Baumstämme in 78° N in einer heute absolut baumlosen Gegend ist für die Geologin schon imposant. Damals wuchsen unter fast gleichem Breitengrad Wälder, die gewaltige Biomasse produzierten, die heute in Form von mächtigen Kohleflözen und freigelegten Hölzern erhalten ist. Hölzer aus dem jüngsten Tertiär, die nur wenige Millionen Jahre alt sind, stellen die letzten Zeugen des polnahen Waldes dar. Untersuchungen sollen nun die klimatischen Bedingungen rekonstruieren, die in den Hölzern aus dem Alttertiär und dem Jungtertiär konserviert sind.



2 - Die schwarzen Schichten sind Kohlenflöze. Im Vordergrund liegt ein versteinerter Baumstamm (Hammer als Maßstab), der teilweise schon zu Kohle umgewandelt worden ist (Foto: M. Dolezych)

Die Untersuchungen zur klimatischen Entwicklung des Tertiärs bis zum Beginn der letzten großen Vereisung ergänzen die CASE-Forschungen zur geodynamischen Entwicklung des arktischen Raumes. Ein wichtiger Aspekt ist dabei, ob und wieviel Zeit den Pflanzen blieb, um sich an die veränderten Umweltbedingungen anzupassen.

Quellen:

[1] Pressemitteilung der BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe vom 29.07.2011: Arktis-Expedition 2011 abgeschlossen. BGR-Geologen aus Grönland, Kanada und Sibirien zurück; www.bgr.bund.de

[2] Pressemitteilung der BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe vom 30.09.2011: BGR-Expedition in die Arktis. Geologen untersuchen Entstehung des Polarmeeres; www.bgr.bund.de

[3] M. Dolezych (2009) Paleogene woods of *Glyptostrobus* Endlicher und *Metasequoia* Hu & W.C. Cheng comprised a Palaeogene forest in Stenkul Fiord, Ellesmere Island. CASE-Workshop 2009 in Potsdam, Abstractsband

Monika Huch (26.01.2012)
www.dgp-ev.de

Hintergrundinformationen zum Thema

Das Tertiär und seine klimatische Bedeutung

Das Tertiär, die Zeit von vor ca. 65 Millionen Jahren bis ca. 2 Millionen Jahren vor heute, ist durch einschneidende Ereignisse gekennzeichnet, die globale Auswirkungen hatten. Das Aussterben der Dinosaurier leitete in eine erdgeschichtlich sehr dynamische Zeit über, die längerfristig auch zu einer drastischen Veränderung der globalen Klimabedingungen führte.

Es begann auf der Nordhalbkugel, als sich zwischen 60 und 50 Millionen Jahren vor heute die Öffnung des Nordatlantiks nach Norden fortsetzte. Mit der Vertiefung der Framstraße zwischen dem Nordatlantik und dem Arktischen Ozean kam es vor ca. 12 Millionen Jahren erstmals zum Austausch von Atlantischem und Arktischem Tiefenwasser (z.B. Kristoffersen 1990).

Weitere dramatische Veränderungen ereigneten sich auf der Südhalbkugel. Um die Antarktis vertieften sich die Meeresstraßen, bis sie um 32 Millionen Jahre vor heute völlig isoliert war und sich das Zirkumantarktische Stromsystem eingestellt hatte (z.B. Huch 2012). Dadurch begann in der Ostantarktis eine erste Vereisungsphase, die vor ca. 35 Millionen Jahren einen ersten Höhepunkt erreichte. Vor ca. 12 Millionen Jahren bildete sich auch über der Westantarktis ein Eispanzer (z.B. DFG 2005).

Vor etwa 6 Millionen Jahren wurde es auf der Nordhalbkugel so kalt, dass sich auch über dem Arktischen Ozean eine geschlossene Eisdecke einstellte. Mit der Schließung der Landbrücke zwischen Süd- und Mittelamerika vor ca. 5 Millionen Jahren bildete sich das globale Ozeanstromsystem heraus, das heute unser Klima steuert.

Die globale Zirkulation der Meeresströmungen

Die heutige globale Zirkulation der Meeresströmungen hängt auf vielfältige Weise mit der Vereisung der Antarktis und der Meereisbedeckung des Arktischen Ozeans zusammen. Sie bewirkt über einen komplexen Zusammenhang das globale Klima.

> Die Eisdecke unterbindet den Transport thermischer Energie von Wasser in die Atmosphäre und vermindert die Verdunstung erheblich. Das Eis reflektiert, wie der Schnee, die Lichtstrahlen - der Ozean absorbiert 80 bis 90 % der einfallenden Sonnenstrahlen, schneebedecktes Meereis dagegen höchstens 10 bis maximal 50 %. Diese starke Reflexion verstärkt die Abkühlung der Oberfläche und unterstützt die Vereisung des Meerwassers.

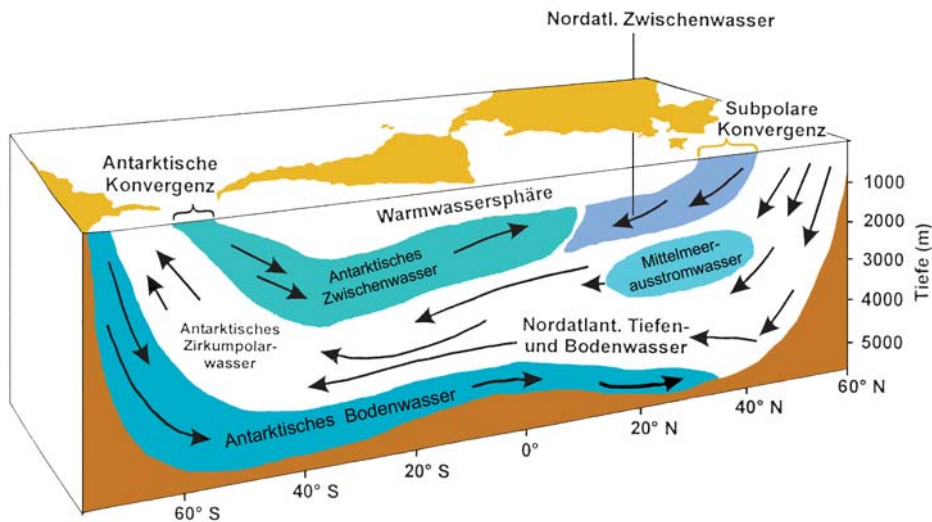
> Der Gefrierpunkt von Meerwasser hängt vom Salzgehalt ab. Bei einem durchschnittlichen Salzgehalt von 35 g in 1000 g Meerwasser (= 35 Promille) liegt der Gefrierpunkt bei minus 1,91 °C. Kühlt das Wasser an der Meeresoberfläche bis zu dieser Temperatur ab, scheidet sich Salz ab und es kommt zur Bildung von Meereis, das wenig bis kein Salz enthält. Dieser Vorgang hat buchstäblich weit reichende Folgen.

> Das kühle, salzhaltige Oberflächenwasser wird so schwer, dass es durch alle Meeresstockwerke zum Meeresboden absinkt. Durch diesen Prozess entsteht in den Meeresgebieten um die Antarktis und speziell im Weddellmeer ein großer Teil jenes Antarktischen Bodenwassers, das sich in die drei großen Ozeanbecken ausbreitet. Da es an der Meeresoberfläche entsteht und aufgrund der niedrigen Temperatur und der häufigen Durchwirbelung durch Stürme mit Sauerstoff hoch angereichert ist, sorgt das Bodenwasser dafür, dass das unterste Meeresstockwerk im Südindischen, Südatlantischen und im gesamten

Pazifischen Ozean „durchlüftet“ wird.

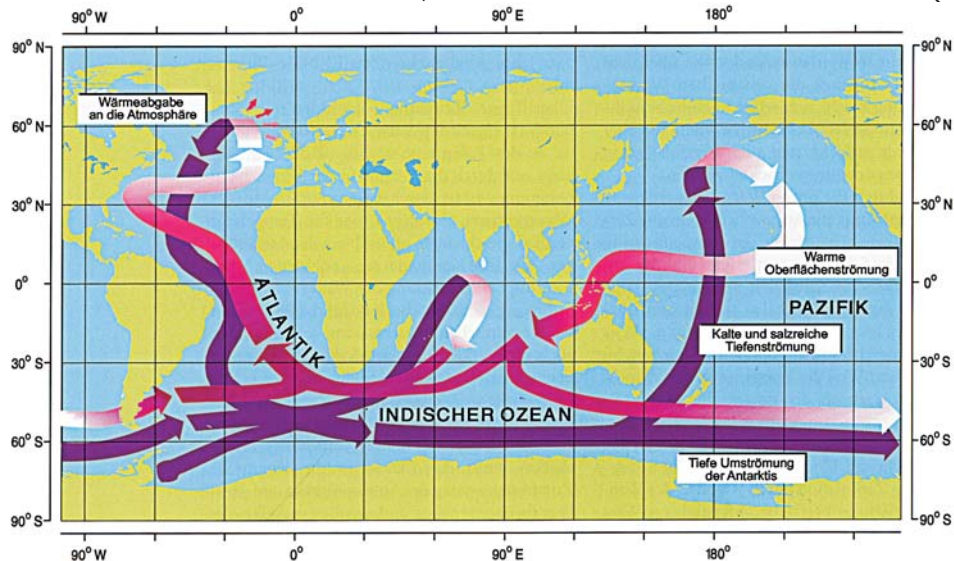
-4-

> In den Tiefen des Nordatlantiks sorgt das bei Grönland produzierte Tiefenwasser für eine ähnliche Durchlüftung. Während das Antarktische Bodenwasser nordwärts fließt, strömt das Nordatlantische Tiefenwasser im Schneckentempo gen Süden. Erst nach knapp tausend Jahren steigt es am antarktischen Zirkumpolarstrom wieder zur Oberfläche auf. Das nach Süden abströmende Tiefenwasser muss durch andere, weniger tiefe Wassermassen ersetzt werden. Hierfür sorgt der Richtung Norwegen und Spitzbergen fließende Nordatlantikstrom. Oberflächen- und Tiefenströmungen bedingen also einander (Bild 3).



3 - Wassermassentransport im Atlantik (Grafik: Wefer & Berger 2001; siehe auch Der Geologische Kalender 2005, März)

> Dieser „Förderband“-Effekt der globalen ozeanischen Zirkulation hat weit reichende Auswirkungen. Der Atlantik exportiert auf die beschriebene Weise kaltes Wasser und bekommt dafür warmes zurück, z.B. auch aus dem Indischen Ozean (Bild 4).



4 - Schematische Darstellung der globalen ozeanischen Zirkulation. Helle Pfade deuten oberflächennahe Strömungen an, dunkle sind Tiefenströmungen, die durch absinkendes Wasser im Nordatlantik und im Weddellmeer versorgt werden (Grafik: Lange 2001; siehe auch Der Geologische Kalender 2005, März)

Die Schlüsselstellung des Atlantiks in diesem Wärmeaustausch beruht auf einer besonderen Konstellation:

Durch die Drake-Passage zwischen der Südspitze Südamerikas und der Nordspitze der Westantarktischen Halbinsel wird mit dem Humboldtstrom Wasser mit niedrigem Salzgehalt in Richtung Chile und Peru umgeleitet. Davon kann also nur wenig in den Atlantik eindringen.

Die Südspitze Afrikas (Kap der Guten Hoffnung) liegt vergleichsweise nördlich. Hier kann kaltes Wasser mit niedrigem Salzgehalt den Atlantik leicht über den zirkumantarktischen Strom verlassen. Außerdem hat salziges, subtropisches Wasser aus dem Indischen Ozean über den Agulhas-Strom vor Madagaskar um das Kap der Guten Hoffnung herum Zugang zum Benguela-Strom vor der Westküste Südafrikas.

Diese besondere geographische Situation führt dazu, dass sich im Südatlantik ein höherer Salzgehalt bilden kann als in den anderen südlichen Ozeanbecken. Das bewirkt, dass „überschüssiges“ Salz an den Nordatlantik abgegeben wird. Dadurch werden günstige Bedingungen für die Bildung des Nordatlantischen Tiefenwassers und die Erwärmung der hohen nördlichen Breiten geschaffen.

> Sollte aufgrund von wesentlichen Salzgehalts- oder Temperaturänderungen im Nordatlantik weniger Tiefenwasser produziert werden, besteht die Gefahr, dass Golf- und Nordatlantikstrom erlahmen. Das Meereis spielt bei diesem Prozess eine wesentliche Rolle: Wenn sich aufgrund steigender Temperaturen weniger Meereis bildet, wird dem Meerwasser weniger Salz entzogen. Das Wasser kann nicht mehr so tief absinken, weil es nicht kalt und schwer genug ist - der Motor, der die globale Zirkulation der Meeresströmungen antreibt, würde stottern oder ins Stocken geraten. Eine globale Erwärmung würde darüber hinaus das Gletschereis Grönlands zumindest teilweise abschmelzen lassen, zu einem zusätzlichen Süßwassereintrag in den Ozean führen und den Prozess verstärken (z.B. Thiede et al. 2011).

Quellen:

Der Geologische Kalender 2005, März (hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften; über www.dgg.de)

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft (2005) Deutsche Forschung in der Antarktis. Wissenschaftlicher Fortschritt und Perspektiven. Denkschrift. Wiley-VCH Weinheim

Huch, M. (12.01.2012) Grönland-Vereisung. www.dgp-ev.de, Aktuelles (PDF)

Kristoffersen, Y. (1990) On the Tectonic Evolution and Paleoceanographic Significance of the Fram Strait Gateway. In: U. Bleil and J. Thiede (eds) Geological History of the Polar Oceans: Arctic versus Antarctic. pp. 63-76. Kluwer Academic Publishers

Lange, G. (Hrsg.) (2001) Eiskalte Entdeckungen. Forschungsreisen zwischen Nord- und Südpol. Delius Klasing Verlag Bielefeld

Thiede, J., Catherine Jessen, Paul Knutz, Antoon Kuipers, Naja Mikkelsen, Niels Nordgaard-Petersen and Robert F. Spielhagen (2011) Millions of Years of Greenland Ice Sheet History Recorded in Ocean Sediments. *Polarforschung* 80(3), 141-159 (2010, erschienen 2011)

Wefer, G. und Berger, W.H. (2001) Klima und Ozean. In: Huch, M., Germann, K. und Warnecke, G. Klimazeugnisse der Erdgeschichte. Perspektiven für die Zukunft. S. 51-107, Springer-Verlag Heidelberg