



Online-Erganzung zum Beitrag von Jens Lehmann in
FOSSLIEN 2/2024, S. 36-51



Stellvertreterdaten

Temperaturabschätzungen in der Erdgeschichte basieren auf Stellvertreterdaten, sogenannten Proxies. Man kann sie aus Gesteinsproben auf dem Festland gewinnen, aber auch aus den Gesteinen, die tief unter dem Boden unserer heutigen Meere und Ozeane liegen. Dies ermöglichen Forschungsschiffe, mit denen man selbst bei einer Wassertiefe von einigen tausend Metern noch Sedimentkerne aus dem Gestein unterhalb des Meeresgrundes bohren kann. Das erste große Forschungsbohrprogramm startete im Jahr 1968 und trägt den Namen DSDP (Deep Sea Drilling Projekt). Es wurde später von anderen Forschungsvorhaben abgelöst und internationaler; in der Folge beteiligte sich eine größere Anzahl von Ländern an diesen Projekten. Heute liegen beispielsweise sämtliche Kerne aus dem Atlantik im Kernlager am Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) an der Universität Bremen. Derzeit lagern knapp 200 km Bohrkerne aus etwa 100 Schiffsexpeditionen in Bremen, damit ist dieses Kernlager größer als die beiden anderen in den USA und Japan befindlichen Kernlager. Gut 200 Geowissenschaftler besuchen das Bremer Lager jedes Jahr, beproben die Kerne während sogenannter „Sampling Parties“ und gewinnen so neben vielen anderen Informationen auch Daten zur Klimageschichte.

Der Aufwand, von einem auf dem Meer befindlichen Schiff aus zu bohren, ist enorm. Allein aus Kostengründen gibt es daher aus einer so riesigen Region wie dem Atlantik nur für relativ wenige Punkte Informationen und nicht überall ist jede geologische Schicht anzutreffen. Zudem ist neben dem Vorhandensein von Material (Sedimentgestein und/oder Fossilien) auch dessen Eignung für Analysen Voraussetzung für Information.

Porto Santo

Für das Madeira-Archipel selbst liegen keine Temperaturabschätzungen durch Proxies für das Miozän vor, aber für den Atlantik nördlich davon gibt es Daten. Die Stellvertreterdaten für den Atlantik zeigen uns für das Zeitintervall vor etwa 13,5 bis 14,3 Millionen Jahren ein Temperaturintervall zwischen 21 und 31 °C. Legt man das Temperaturintervall für das optimale Wachstum rezenter Riffkorallen von 25–26 °C zugrunde (siehe Haupttext), so liegt dieser Temperaturbereich dazwischen. Die Proxyda-



1: Blick in das Kernlager an der Universität Bremen, in dem gut 200 km Bohrkerne vom Meeresgrund lagern.

ten sind jedoch nicht sehr genau und zeigen klar die Grenzen von Temperaturabschätzungen durch Proxies von fossilen Sedimenten. Sie stammen zudem von einem Beprobungspunkt, der knapp 1200 km nördlicher und damit weit entfernt vom Madeira-Archipel liegt (Bohrung DSDP Site 608). Aufgrund der etwas nördlicheren Breite mögen die Daten geringfügig niedrigere Werte anzeigen, als diejenigen, die im Miozän Porto Santos vorherrschten. Sie beziehen sich auf das Oberflächenwasser (Sea Surface Water, SST)¹. Auch wenn dieses Temperaturintervall sehr groß ist, zeigen sie zumindest, dass die Temperaturbedingungen im Mittelmiozän von Porto Santo ähnlich denen des Optimums heutiger Riffkorallen gelegen haben könnten.

Madeira

Eine Abschätzung des Temperaturintervalls für das Messinium (Obermiozän) der Riffe der Hauptinsel Madeira basiert auf anderen Proxydaten, die aber aus derselben Tiefseebohrung stammen. Sie liegt bei 22° bis etwa über 24° Celsius für das Oberflächenwasser². Dies erscheint im Vergleich zu den Daten für das Mittelmiozän als eine sehr genaue Angabe, es ist jedoch immer zu bedenken, dass es sich bei all diesen Angaben um Abschätzungen handelt, die fehlerbehaftet sein können. Nehmen wir jedoch an, dass sie die tatsächlichen Verhältnisse im Miozän



recht gut widerspiegeln, muss man auch für diesen Zeitabschnitt berücksichtigen, dass Madeira 10 Breitengrade südlicher als die Bohrung liegt und damit die Ozeantemperaturen für das Riffwachstum auf Madeira durchaus noch etwas höher gelegen haben könnten. Eine Breitendifferenz von 10 Grad entspricht etwa dem Unterschied zwischen der Mitte Deutschlands und der Region nördlich von Oslo.



2: Die Kerne werden in runden Röhren gewonnen und erst an Bord oder später im Kernlager in Hälften durchgesägt.

3: Nach dem vertikalen Durchschneiden der Kerne verbleibt eine Hälfte der wertvollen Kerne im Archiv und wird nicht angetastet, nur die zweite Hälfte darf beprobt werden.
Fotos: Jens Lehmann.

Dynamische Evolution

Wie bereits im Haupttext angeklungen, können wir nicht davon ausgehen, dass Korallen immer genauso „funktionierten“, wie sie es heute tun. Grundsätzlich gehen wir davon aus, dass es eine gewisse Gleichförmigkeit der Prozesse in der erdgeschichtlichen Vergangenheit gab, d.h. dass sich die Vorgänge der Gegenwart nicht grundsätzlich von denen der erdgeschichtlichen Vergangenheit unterscheiden. Das trifft auf viele chemische und physikalische Prozesse zu, jedoch können sich auch hier die Rahmenbedingungen (z.B. Sauerstoffgehalt der Atmosphäre) geändert haben. Die Biologie und Evolution ist jedoch komplexer und so kann man nicht von konstanten Verhältnissen im Lauf der Erdgeschichte ausgehen. Zu bedenken ist bei Temperaturabschätzungen für das Wachstum von Riffkorallen stets, dass die klimatischen Ansprüche der Riffkorallen sich im Laufe der Jahrtausende auch geändert haben mögen. Die Artenzusammensetzung der Riffe war eine andere und auch die gesamte Interaktion geschah in einem völlig anderen Ökosystem.

Dank: Für die stets kollegiale Unterstützung und die Erlaubnis, die Fotos des Bremer Kernlagers hier verwenden zu dürfen, danke ich Holger Kuhlemann.

Literatur zum Thema:

- ¹ Sangiorgi, F., W. Quaijtaal, T. H. Donders, S. Schouten & S. Louwe (2021): Middle Miocene temperature and productivity evolution at a Northeast Atlantic shelf site (IODP U1318, Porcupine Basin): Global and regional changes. *Paleoceanography and Paleoclimatology* 36(7): e2020PA004059.
- ² Vasiliev, I., V. Karakitsios, I. Bouloubassi, K. Agiadi, G. Kontakiotis, A. Antonarakou, M. Triantaphyllou, A. Gogou, N. Kafousia, M. de Rafélis, S. Zarkogiannis, F. Kaczmar, C. Parinos & N. Pasadakis (2019): Large sea surface temperature, salinity, and productivity-preservation changes preceding the onset of the Messinian Salinity Crisis in the Eastern Mediterranean Sea. *Paleoceanography and Paleoclimatology* 34(2): 182–202.