

Neue Aspekte der Paläoklimaforschung

Joseph Klostermann, Krefeld

Unter Klima versteht man die Gesamtheit der atmosphärischen Gegebenheiten an einem Ort der Erde während eines längeren Zeitraumes. Nur langfristige Mittelwerte der meteorologischen Parameter reichen jedoch nicht aus, um das Klima zu beschreiben. Die Darstellung der Aufeinanderfolge und der Häufigkeit bestimmter typischer Wetterlagen und deren Erklärung aus dem Strahlungshaushalt und der Zirkulation der Atmosphäre müssen hinzukommen. Paläoklimaforschung versucht, die klimatischen Verhältnisse vor Beginn meteorologischer Messungen zu rekonstruieren. Hierzu gibt es zwei verschiedene Ansätze, zum einen den naturwissenschaftlichen, zum anderen den historischen. Der historische Ansatz ist zwangsläufig auf die letzten Jahrhunderte begrenzt und hat außerdem den Nachteil, daß die Informationen nicht immer objektiv sind. Mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden lassen sich die Klimaverhältnisse bis weit zurück in die Erdgeschichte rekonstruieren.

Es gibt verschiedene Vorgänge, die klimatische Veränderungen unterschiedlicher Dauer auslösen.

Kontinentalverschiebungen führen im Laufe von mehreren Millionen Jahren zu klimatischen Veränderungen. Variationen der Erdbahnparameter verändern das Klima in Größenordnungen von 20 000 bis 100 000 Jahren. Veränderungen der ozeanischen Strömungen und der Chemie der Ozeane können im Zeitraum von 50 bis 1 000 Jahren das Klima beeinflussen. Änderungen der

Biomassen brauchen dafür 50 000 bis 100 000 Jahre. Die kurzfristigen Schwankungen lösen Variationen oder Sonnenaktivität aus. Sie können das Klima in Zeiträumen zwischen 11 und 500 Jahren beeinflussen.

Betrachtet man die letzten 2,4 Mio. Jahre, so leben wir heute in einer Warmzeit, die vor 10 000 Jahren begonnen hat. Wie lassen sich Klimaveränderungen dieser Zeit naturwissenschaftlich nachweisen und möglichst auch quantifizieren? Ein bedeutendes Verfahren arbeitet mit dem Gehalt der Atmosphäre nach schwerem Sauerstoff. Schwerer Sauerstoff (^{18}O) verdunstet sehr viel langsamer als normaler Sauerstoff (^{16}O). Dies führt dazu, daß sich schwerer Sauerstoff erst bei höheren Temperaturen in der Atmosphäre anreichert. Fallen nun Niederschläge in Form von Schnee, so befinden sich in der Schneedecke Gasbläschen, in denen auch diese Gase der Atmosphäre gespeichert sind. Ist in diesen Gasblasen viel schwerer Sauerstoff enthalten, so bedeutet dies, daß die Temperaturen zur Zeit des Niederschlags erhöht waren. Auch der CO_2 -Gehalt der Atmosphäre läßt sich auf diese Weise bestimmen. Klimakurven, die mit Hilfe dieser Analysen für die letzten 160 000 Jahre erarbeitet wurden, zeigen, daß es während der letzten Warmzeit, der Eem-Warmzeit, zu extremen klimatischen Schwankungen gekommen sein dürfte. Sie zeigen außerdem, daß sich die Temperaturen innerhalb von 50 Jahren um bis zu 13°C verändern können. Die Warmzeit, die noch heute andauert, das Holozän, begann vor 10 000 Jahren. Die Auswertung von Eisbohrkernen zeigt, daß es im Vergleich zum Eem fast keine Klimaschwankungen gibt. Betrachtet man nur die letzten 2000 Jahre, zeigen sich dennoch unterschiedliche Klimazustände während dieser Zeit. Zum einen gab es das sogenannte Mittelalterliche Optimum (etwa zwischen 1100 und 1300) zum anderen die sogenannte Kleine Eiszeit (zwischen 1450 und 1750). Während dieser Zeiten sind außerordentlich interessante Zusammenhänge zur Sonnenaktivität festzustellen. Die Auswertung historischer Aufzeichnungen über Sonnenfleckenanzahl und Polarlichthäufigkeit zeigte, daß beispielsweise während des Mittelalterlichen Optimums deutlich mehr Sonnenflecken und Polarlichter beobachtet wurden. Während des Kleinen Eiszeitalters dagegen waren fast keine Sonnenflecken und auch keine Polarlichter zu beobachten. Es besteht also offenbar eine Korrelation zur Sonnenaktivität, die durch ein weiteres Phänomen bestätigt wird. Die Untersuchung von Baumringen zeigt, daß der ^{14}C -Gehalt der Erdatmosphäre im Laufe der Zeit geschwankt haben muß. ^{14}C entsteht durch die Wechselwirkung von kosmischer Strahlung mit der Erdatmosphäre. Erhöhte Sonnenaktivität führt im interplanetaren Raum zur Entstehung eines Schutzschildes. Dadurch wird ein Teil der kosmischen Strahlung abgelenkt und reflektiert. Infolgedessen gelang weniger kosmische Strahlung auf die Erdoberfläche. Mithin wird weniger ^{14}C produziert.

Alle klimatischen Schwankungen sind daher auch in den zu dieser Zeit entstandenen Sedimenten dokumentiert. So entwickeln sich während warmer Klimaphasen andere Flußsysteme als während kälterer Zeiten. In den verschiedenen Systemen entstehen auch unterschiedliche Sedimente. Auch Angaben über Strömungsrichtung, Fließgeschwindigkeit und unter Umständen auch über die Wassertemperaturen der Flüsse sollten durch einen Geologen möglich sein. Auch Windgeschwindigkeiten vergangener Zeiten lassen sich aus äolischen Sedimenten ableiten.

Die Zukunft moderner Paläoklimaforschung liegt in der interdisziplinären Zusammenarbeit verschiedener Wissenschaftszweige. Nur so lassen sich die Fragen der Vergangenheit beantworten und die Probleme der Zukunft lösen.

Prof. Dr. J. Klostermann
Geologisches Landesamt NRW, De-Greif-
Str. 195, 47803 Krefeld