

SPERRFRIST BIS MITTWOCH, 28. MAI 19:00 UHR MEZ

Institut für Geologie

26. Mai 2008

Medieninformation

Massensterben vor 540 Millionen Jahren: Der Tod kam aus der Tiefe

Mit dem Übergangsmetall Molybdän ist nachweisbar, warum es vor rund 540 Millionen Jahren auf der Erde zu einem grossen Massenaussterben der ersten Mehrzeller kam. Prof. Thomas Nägler und Dr. Martin Wille vom Institut für Geologie der Universität Bern publizieren ihre Erkenntnisse jetzt im «Nature».

Untergang eines Königsreichs

Am Ende des Präkambriums, vor rund 600 Millionen Jahren, beherrschte eine spezielle Gruppe von mehrzelligen Weichtieren die Meere, die so genannte *Ediacara*-Fauna. Ein gewaltiges, weltweites Ereignis setzte jedoch deren Vorherrschaft ein plötzliches Ende. Für das Massenaussterben diskutieren Forschende verschiedene Theorien, jedoch nur eine erklärt die Beobachtungen der Berner Forscher: Die gemessenen Molybdän-Isotope in den Sedimenten zeigen an, dass die Lebensräume der *Ediacara*-Fauna durch aus der Tiefe aufsteigenden Schwefelwasserstoff (H₂S) vergiftet wurden.

Tödliche Tiefe

Der Geologe Thomas Nägler und sein Team interessieren sich für alte Sedimente, in denen die Geschichte des Meerwassers abgelesen werden kann. Die neuesten Erkenntnisse beruhen auf der Untersuchung von kambrischen Schwarzschiefern aus China und aus dem Oman.

Das Forschungsteam interessiert sich einerseits für pelagische Sedimente und andererseits für Schwarzschiefer. Pelagische Sedimente sind tonige Tiefseeablagerungen, abgelagert unter so genannten oxischen Bedingungen, d.h. unter Bedingungen mit genug Sauerstoff. Die Gesteine liefern also Informationen über die chemische Zusammensetzung des damaligen Meerwassers.

Schwarzschiefer enthalten nebst Ton viel Kohlenstoff aus abgestorbenem organischem Material, was ihnen die dunkle Farbe verleiht. Schwarzschiefer entstehen aus Faulschlamm. In solchen Ozeanregionen herrschen lebensfeindliche Bedingungen. Es hat kaum Sauerstoff zum atmen, aber noch viel schlimmer das Wasser kann grosse Mengen an Schwefelwasserstoff (H₂S) enthalten. Dadurch wird das Leben schlicht vergiftet. Diese Bedingungen werden als „euxinisch“ bezeichnet.

Molybdän als Bote

Im Zentrum der Forschungsarbeiten steht das Übergangsmetall Molybdän. Gemessen wird das Verhältnis von zwei Isotopen dieses Elements. Isotope sind Atome eines Elements mit gleicher Anzahl an Protonen, aber unterschiedlich vielen Neutronen und somit unterschiedlichem Gewicht.

Bei den analytischen Untersuchungen liefert das Molybdän in den Gesteinen einen Fingerabdruck, der anzeigt wie gross die Bereiche mit Sauerstoffmangel waren. Beispielsweise bauen Schwarzschiefer bevorzugt schwere Molybdän-Isotope ein. Vor allem begünstigt die Gegenwart von Schwefelwasserstoff (H₂S) den sehr schnellen Einbau von viel Molybdän in die Schwarzschiefer. Das gemessene Isotopenverhältnis des Molybdäns in den Schwarzschiefern zeigt wie eine Waage die Ausbreitung von euxinischen (H₂S reichen) Gebieten im Vergleich zu sauerstoffreichen Gebieten an in den alten Ozeanen.

Der Hauptlieferant für Molybdän im Ozean ist Molybdänoxid, das bei der Verwitterung von Gesteinen an Land entsteht. Da Molybdänoxid sehr gut löslich ist, wird es über Flüsse ins Meer transportiert. Im Ozean wird das Molybdän am Meeresboden in Sedimentgesteinen abgelagert. Die Verweildauer des Molybdäns im Ozean ist mit 800'000 Jahren sehr lange. Normalerweise braucht die Durchmischung des Meerwassers 1500 Jahre. Das bedeutet, dass die Menge an Molybdän im freien Ozean gleichmässig verteilt ist.

Zwei Ozeanbecken – ein Phänomen

Thomas Nägler und sein Team massen die Molybdän-Isotope in den einzelnen Schiefer-Schichten von unten nach oben, also von den älteren Schichten zu den jüngeren. Die Forscher untersuchten Sedimente aus China und dem Oman. Dabei entdeckten sie in beiden Meeren an der Präkambriums-Kambriums Grenze eine plötzliche Zunahme an schweren Molybdän-Isotopen. In den jüngeren Schichten wäre zu erwarten, dass auf eine plötzliche Zunahme eine langsame Abnahme folgen würde bis die normale Zusammensetzung des Meerwassers wieder erreicht wäre. Wider Erwarten gab es aber nach der Zunahme eine extreme Abnahme, die tiefere Werte lieferte als die ursprüngliche Zusammensetzung, ganz so als ob die Waage der Isotopenverhältnisse aus dem Gleichgewicht gebracht worden wäre und schwankte. Erst mit der Zeit pendelte sich die Zusammensetzung wieder bei den Ausgangswerten ein.

Des Rätsels Lösung

Um eine Antwort für das aussergewöhnliche Phänomen zu finden, suchte Dr. Martin Wille mittels Computer-Modellierungen nach einer Erklärung. Sein Fazit ist, dass drei Bedingungen notwendig sind, damit nach einem weltweiten Extremereignis in den Ozeanen wieder die ursprüngliche Molybdän-Isotopenverteilung hergestellt wird.

Als erstes ist ein plötzliches Ereignis notwendig, das schlagartig die Molybdänkonzentration im Ozeanwasser stark erniedrigt. Das heisst, das im Ozeanwasser gelöste Molybdän muss sehr schnell ausgefällt und in die Schwarzschiefer eingelagert werden. Zweitens muss es eine kurze Phase geben, in der bevorzugt schwere Molybdän-Isotopenverhältnisse ausgefällt werden, und drittens eine längere Phase mit Ausfällung leichterer Zusammensetzungen.

Faulende Meere in Bewegung

Als Auslöser für die plötzliche Änderung der Molybdän-Isotopenverhältnisse an der Präkambrium-Kambrium-Grenze kommt einzig Schwefelwasserstoff (H₂S) in Frage. Ende Präkambrium waren die Ozeane geschichtet ähnlich wie ein überdüngter See. Das Wasser war kaum durchmischt. Während an der Wasseroberfläche oxische Bedingungen mit Sauerstoff und Molybdänoxid herrschten, lauerten in der Tiefe enorme Mengen an H₂S. Eine Durchmischung des Ozeans führte zu einem plötzlichen Aufsteigen des hochgiftigen Wassers. Dadurch schwabten die giftigen Wässer in kleinere randliche Meeresbecken und töteten unweigerlich die dort lebende Ediacara Fauna.

Ausserdem führte der Schwefelwasserstoff (H₂S) zum schlagartigen Ausfallen des gelösten Molybdäns. Da das H₂S im Kontakt mit dem Sauerstoff in der Atmosphäre sehr schnell oxidiert wird, wird der ursprüngliche Zustand in den Oberflächengewässern rasch wieder hergestellt. So kam es zu einem Wiedereinpendeln der Isotopenwerte. Die Randmeere wurden wieder lebensfreundlich. Das Aussterben der Ediacara-Fauna hinterliess unzählige Lebensräume, die umgehend mit neu entwickeltem Leben wieder besetzt wurden.

Ursache: Klimaschwankung oder Plattentektonik

Die Frage, warum die Ozeanströmungen sich so stark änderten, dass es zur Durchmischung kam, können die Molybdän Isotopendaten nicht beantworten. Änderungen der Meerströmungen sind aber in der Erdgeschichte nicht selten. Ursachen können zum Beispiel Klimaschwankungen sein oder aber das Schliessen oder Öffnen von Meerstrassen durch die Wanderung der Kontinente.

Weitere Auskunft:

Prof. Thomas Nägler

Institut für Geologie der Universität Bern

Baltzerstrasse 1+3,

CH-3012 Bern

Tel. ++41 (0)31 631 87 52

Fax: ++41 (0)31 631 48 43

Mail: naegler@geo.unibe.ch

Kontaktzeiten: Mo (26.5) ganztags, Di (27.5.) ab 13 Uhr, Mi (28.5.) ab 11 Uhr, Do (29.5.) ab 14 Uhr, Fr (30.5.) ganztags, ab 2.6.08 immer ganztags

Medienmaterial: <http://www.geo.unibe.ch/medien>