



Max-Planck-Forschungsgruppe Organische Paläobiogeochemie

Wir analysieren die Kohlenwasserstoff-Reste von biologischen Fetten aus Sedimenten, um die wechselseitige Anpassung von Lebenformen und Umweltbedingungen auf der frühen Erde besser zu verstehen. Verteilung und Zusammensetzung der stabilen Isotope in präkambrischen Gesteinen weisen auf die einstige Organismenvielfalt, den Stoffwechsel und die Redoxbedingungen hin. Wir beleuchten die Entstehung des „modernen“ Planeten Erde und seiner komplexen Lebensformen.

Die meisten untersuchten Ereignisse der Geologie und Paläontologie passierten während der letzten 541 Millionen Jahre der Erdgeschichte, im Phanerozoikum. Dieser Zeitraum macht aber nur etwa 15 % der gesamten Erdgeschichte aus. Trotz teils erheblicher Umweltschwankungen, war die Erde in dieser Zeitspanne ein weitgehend 'modernes' System. Anders in den 4 Milliarden Jahren davor: Während des Präkambriums entstand nicht nur das Leben; die Erde erlebte auch eine Reihe von Übergängen in Bezug auf den atmosphärischen Sauerstoffgehalt, marine Redoxchemie, Nährstoffkreisläufe und klimatische Extreme, bevor sie ihren phanerozoischen Zustand erreichte, der die Besiedlung mit komplexen Lebensformen ermöglichte. Diese Entwicklung beeinflusste und wurde beeinflusst von einer sich kontinuierlich weiterentwickelnden Biosphäre.

Wir versuchen, die Details des sich entwickelnden präkambrischen Erdsystems besser zu verstehen,

indem wir molekulare Fossilien, auch Biomarker genannt, in Sedimentgesteinen analysieren. Hierzu gehören konservierte Kohlenwasserstoff-Überreste von Fetten (Lipiden), die einst im Wasser oder im Sediment gebildet wurden. Die Zuordnung der Moleküle zu bestimmten Lebensformen ermöglicht die Rekonstruktion der damaligen Artenvielfalt. Die Zusammensetzung der stabilen Kohlenstoff-Isotope lässt dabei auf bestimmte Stoffwechselleistungen schließen.

Wir beginnen mit geologischer Feldarbeit und Bohrkampagnen, um möglichst frisches Probenmaterial zu erhalten. Nach Anwendung chemischer Trennverfahren werden kleinste Spuren von Kohlenwasserstoffen mit Hilfe von Gaschromatographie und Tandem-Massenspektrometrie weiter analysiert.

Schwerpunkt 1. Die ältesten unkontaminierten Kohlenwasserstoffe

Die Sedimente des späten Archaikum und Paläo-

Portrait des Forschungsgruppenleiters

Seit 2012 leitet Dr. Christian Hallmann die Max-Planck-Forschungsgruppe Organische Paläobiogeochemie und hat eine weitere Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Bremen, wo er und sein Team angesiedelt sind. Christian erhielt ein Diplom in Geologie und Paläontologie an der Universität zu Köln im Jahr 2005 und einen PhD in Applied Chemistry von der Curtin University im Jahr 2009. Vor seinem Eintritt in die Max-Planck-Gesellschaft arbeitete er als Agouron Geobiology Fellow und als Postdoktorand am Massachusetts Institute of Technology.

Kontakt: challmann@bgc-jena.mpg.de



proterozoikum enthalten wahrscheinlich die Spuren der biologischen Erfindung der Sauerstoff-Photosynthese. Unser Wissen über die biologische Vielfalt sowie die Auswirkung des ansteigenden atmosphärischen Sauerstoffgehalts (Großes Oxidationsevent) auf damals existierendes Leben ist begrenzt. Sedimentäre Biomarker können Informationen dazu beinhalten, aber die meisten Sedimentbecken dieses Alters waren Bedingungen ausgesetzt, die solche polyzyklischen Terpenoide destabilisierten. Die Konzentration von originalen Kohlenwasserstoffen ist sehr niedrig, so dass diese Proben anfällig für Verunreinigungen bei der Probennahme, Handhabung und Lagerung sind. Wir verwenden fortschrittliche Probennahme- (ultra-sauberes Kernbohren) und Aufbereitungsprotokolle (Schnittexperimente und sequentielle Extraktions-Aufschluss-Techniken), um „echte“ Biomarker von Verunreinigungen zu unterscheiden. Somit versuchen wir, die ältesten sedimentären Kohlenwasserstoffe zu bestimmen, die Hinweise auf die Natur des Lebens auf der frühen Erde liefern könnten.

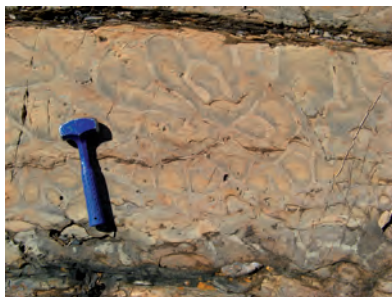
Schwerpunkt 2. Die Entstehung komplexer Lebensformen

Das Präkambrium wurde größtenteils von einfachen Einzellern und später von mehrzelligen Organismen dominiert. Aber es war das Aufkommen der Metazoen mit ihrer Zelldifferenzierung, welches zur heutigen organismischen Vielfalt führte. Nach mehr als einer Milliarde Jahren scheinbaren evolutionären Stillstands, erlebte das Kambrium (~ 541 bis 485 Ma) eine Phase beschleunigten evolutionären Tempos („Kambrische Explosion“). Wir interessieren uns für das erste Auftreten dieses komplexen Lebens. Hornkieselschwämme (Demospongiae) sind die basalen Vertreter des Reiches Metazoa. Während die ältesten Schwammnadeln in kambrischen Gesteinen gefunden wurden, platzieren genetisch-molekulare Uhren das erste Auftreten dieser Organismen tief in die neoproterozoische

Ära, welche gekennzeichnet war von starken Störungen des marinen Kohlenstoffkreislaufs, sich ändernder ozeanischer Redoxchemie sowie extremen klimatischen Ereignissen. Wir verfolgen das erste Auftreten und die spätere Verbreitung der Metazoen mit einem Demospongiae-spezifischen Steroid (24-Isopropylcholestan) und versuchen, ein ganzheitliches Verständnis dieser evolutionären Innovation im Kontext der sich ändernden Umweltbedingungen zu gewinnen und ihre Verbreitung in Raum und Zeit zu verfolgen.

Schwerpunkt 3. Nährstoffkreislauf und Redox-Struktur präkambrischer Meere

Derzeit kommen stratifizierte und sulfidische Gewässer sehr selten vor. Solche euxinischen Bedingungen gab es während des Proterozoikums allerdings viel häufiger. Zunächst bedingt durch das Aufkommen der oxischen kontinentalen Verwitterung und dem folglich ansteigenden marinen Sulfat-Gehalt, führte der Anstieg von Schwefelwasserstoff (H_2S) in der Wassersäule nicht nur zur Ausfällung des großen früh-proterozoischen Eisen-II-Reservoirs, sondern erschöpfte auch redox-empfindliche und bioessentielle Elemente wie das Molybdän. Eine dadurch bedingte weite Reduzierung der Aktivität von diazotrophen Mo-Nitrogenase-Enzymen hat möglicherweise zu Stickstoff-limitierenden Bedingungen, reduzierter Bioproduktivität und zu von Prokaryoten dominierten marinen Ökosystemen geführt. Wir sind an dem Zusammenspiel zwischen mariner Redox-Struktur, Stickstoffkreislauf und Stärke der biologischen Pumpe interessiert. Dazu analysieren wir die Abbauprodukte von Tetrapyrrol-Pigmenten in Bezug auf Struktur und Verhältnis der stabilen Isotope, vergleichen distale und litorale Fazies innerhalb von Sedimentbecken und trennen sedimentäre Kohlenstoff-Verbindungen, die in unterschiedlichen Regionen der Wassersäule gebildet wurden.



Paläoproterozoische Stromatoliten auf den Belcherinseln. Diese versteinerten bakteriogenen Strukturen sind die ältestesten Zeugnisse vom beginnenden Leben auf unserem Planeten.



Einer unserer Untersuchungsgebiete auf den Belcherinseln, Territorium Nunavut, im Südosten der Hudson Bay in Kanada.



Organische Geochemie im Feld – 1500 km entfernt vom nächsten Labor.