GFZ
Helmholtz-Zentrum
POTSDAM

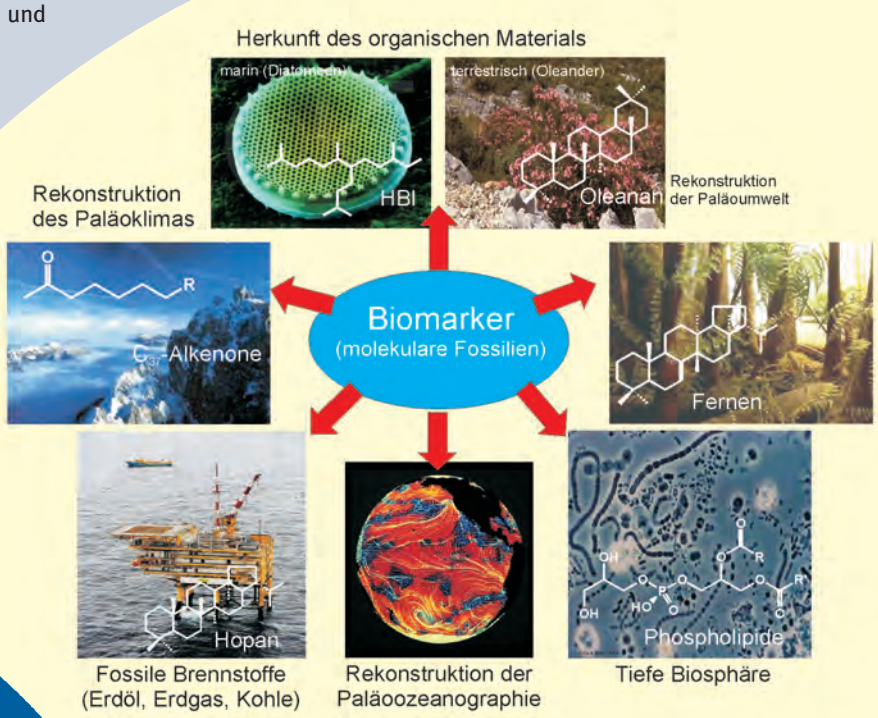
HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM
DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM

Ein Einblick in die Entwicklung der Biosphäre auf unserer Erde

Die Organische Geochemie untersucht molekulare Überreste ehemaligen Lebens in den unterschiedlichen Sediment-Ablagerungsräumen der Geosphäre. Ihr Aufgabenfeld erstreckt sich dabei von ersten mikrobiellen Abbau- und Umwandlungsprozessen des organischen Materials bis hin zur geochemischen Bildung von fossilen Brennstoffen - wie Kohle, Erdöl, und Erdgas - in den tieferen Sedimentbereichen der Erde.

Viele dieser molekularen Spuren ehemals lebender Organismen lassen sich auf Vorläuferverbindungen und damit sehr häufig auf Vorläuferorganismen zurückführen und erlauben damit z.B. Rückschlüsse auf vergangene Umwelt-, Ablagerungs- und Klimabedingungen. Derartige chemische oder molekulare Fossilien werden im allgemeinen als Biomarker bezeichnet.

Kontinuierlich abgelagerte Sedimentpakete enthalten somit molekulare Zeugen ihrer Zeit und archivieren damit Informationen längst vergangener Epochen für die Gegenwart.



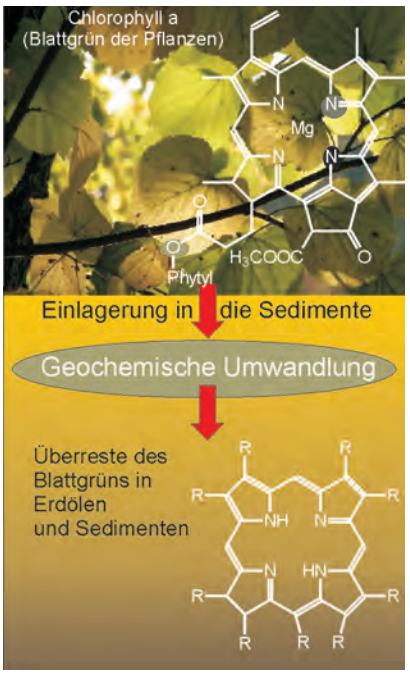
HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM
DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM – GFZ
Telegrafenberg · 14473 Potsdam
Telefon: +49 (0)331 288-1040
Fax: +49 (0)331 288-1044
e-mail: presse@gfz-potsdam.de

www.gfz-potsdam.de

Organisches Material in Sedimenten

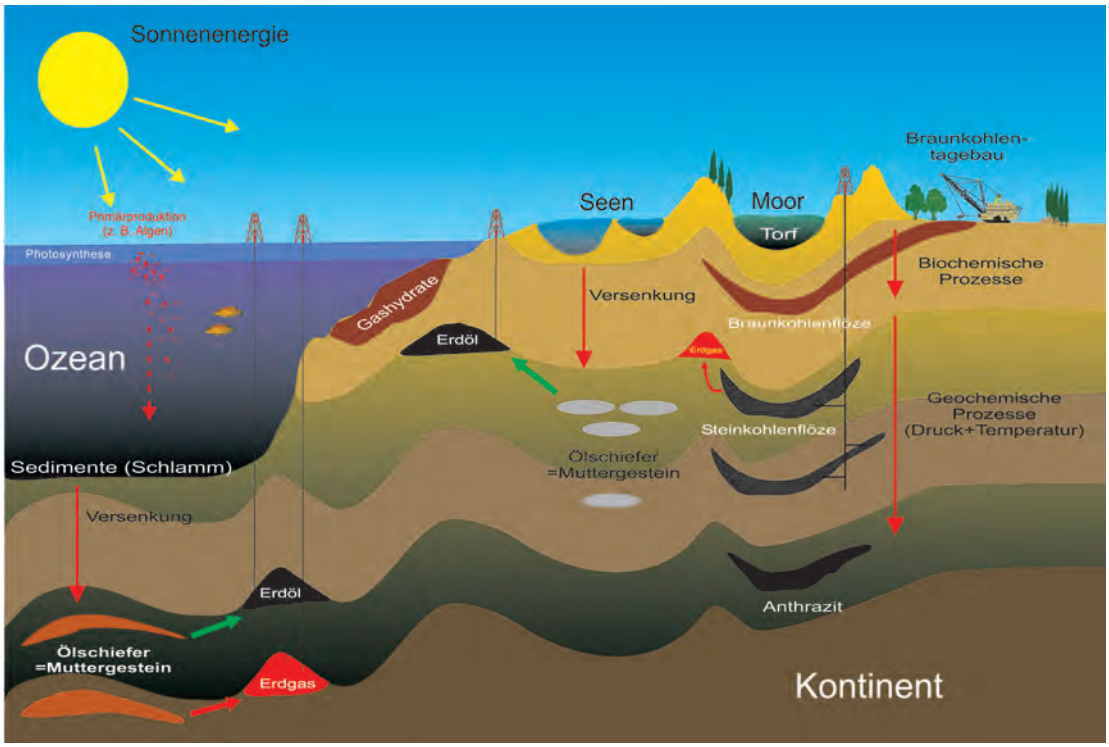
Der größte Teil der organischen Überreste abgestorbener Organismen wird durch mikrobiellen Abbau wieder dem globalen Kohlenstoffkreislauf zugeführt, während der restliche Anteil in die Sedimente eingelagert wird. Dieses somit über geologische Zeiträume in die Sedimente eingebettete organische Material bildet die Grundlage der organisch-geochemischen Untersuchungen.

In Meeren und Ozeanen wird das eingelagerte, hauptsächlich aus Algen- und Zooplanktonüberresten bestehende organische Material im Zuge der zunehmenden Versenkung über die Jahrmillionen hinweg in makromolekulare Strukturen umgewandelt, das sogenannte Kerogen. Gesteine mit ausreichendem Kerogengehalt (Muttergesteine) sind in der Lage, bei weiterer Absenkung und zunehmender Aufheizung (>100 °C) Erdöl und Erdgas zu bilden. Erdöl und Erdgas wandern durch poröse Gesteine über lange Zeiträume in höhere Gesteinsschichten, wo sie sich in Lagerstätten anreichern.

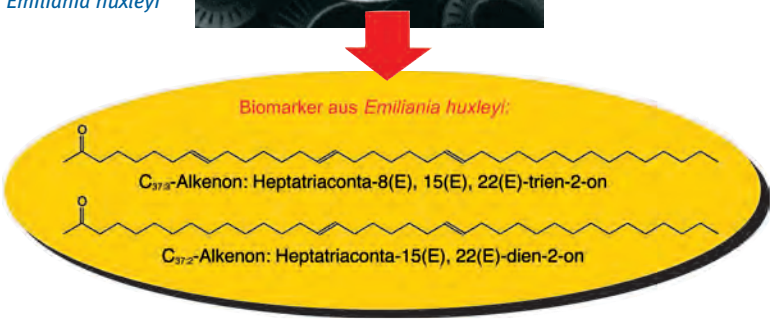


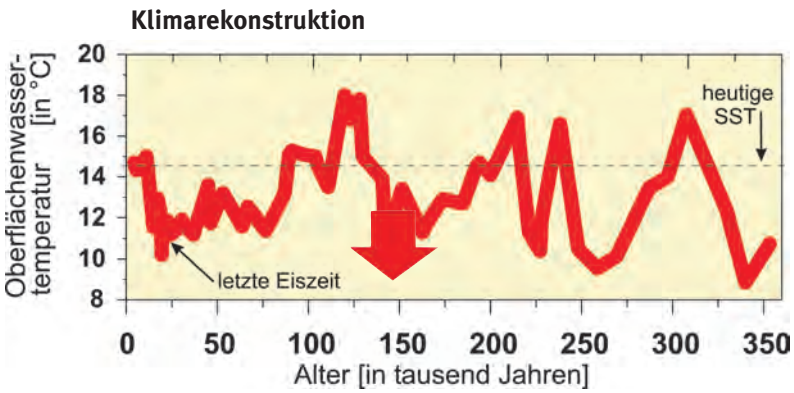
Das auf den Kontinenten in Hoch- oder Niedermooren abgelagerte Pflanzenmaterial unterliegt ebenfalls umfangreichen bio- und geochemischen Veränderungen. Die Intensität dieser Prozesse (Inkohlung) führt zur Abfolge Torf, Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit. Pflanzenablagerungen sind so z.B. in den Steinkohlenlagerstätten des Ruhrgebietes (Karbon) und Braunkohlenvorkommen der Niederrheinischen Bucht (Tertiär) erhalten geblieben. Während der Inkohlung werden gleichzeitig große Mengen an Gas (insbesondere Methan) gebildet, die sich ebenfalls in Lagerstätten anreichern können.

Eine besondere Form der Erdgaslagerstätten stellen die Gashydrate an den marinen Kontinentalrändern und unterhalb der Permafrostböden in den Polarregionen der Erde dar. Gashydrate bilden sich aus Wasser und Gas (meist Methan) unter hohen Druck- und niedrigen Temperaturbedingungen.



Marine Alge
Emiliania huxleyi





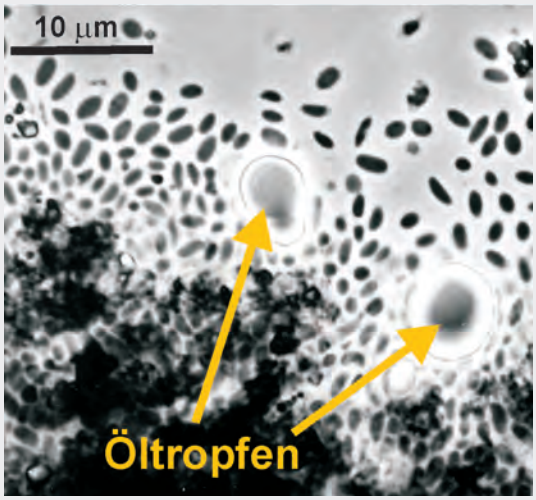
Paläo-Oberflächenwassertemperaturen des Pazifiks vor der kalifornischen Küste (Point Conception) der letzten 350 000 Jahre.

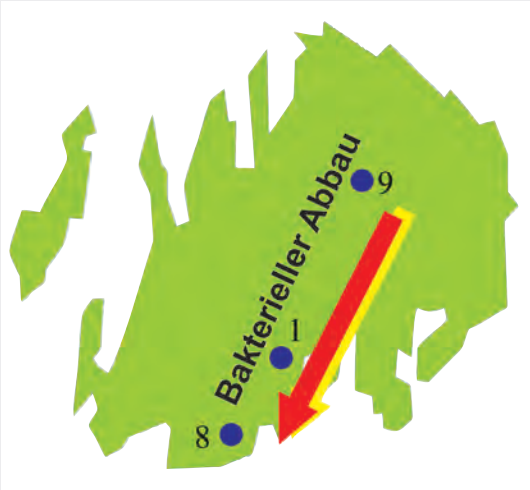
Die Basis für die vielfältigen organisch-geochemischen Biomarkeruntersuchungen bildet das durch marine sowie terrestrische Bohrkampagnen erbohrte Probenmaterial, wobei gerade die marinen Bohrkerne wegen der kontinuierlichen Sedimentation von organischem und anorganischem Material oftmals zeitlich ungestörte Sedimentpakete aufweisen. Ein interessantes Beispiel für die Aussagekraft einzelner Biomarker liefern die in die Sedimente eingelagerten Biomoleküle (C37-Alkenone), die zur Rekonstruktion vergangener Oberflächenwassertemperaturen (SST = „Sea Surface Temperature“) herangezogen werden können.

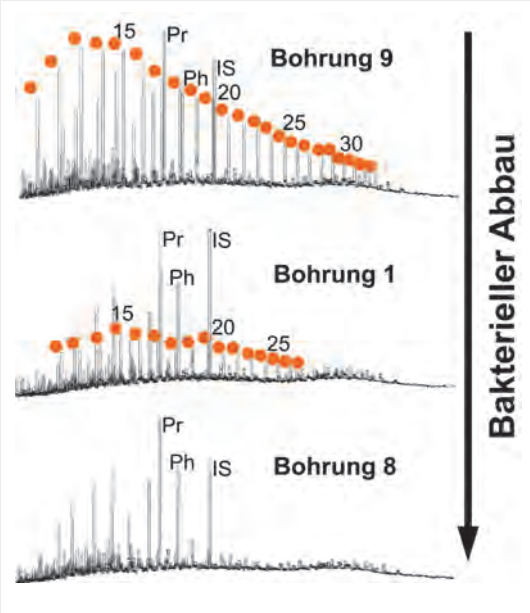
Das Verhältnis dieser Biomoleküle in der marinen Alge Emiliania huxleyi weist eine Abhängigkeit von der Temperatur des umgebenden Meerwassers während der Wachstumsphase der Alge auf. Je wärmer das Umgebungswasser, desto mehr erhöht sich der Anteil des C37-Alkenons mit zwei Doppelbindungen im Vergleich zum C37-Alkenon mit drei Doppelbindungen.

Das Verhältnis dieser beiden Biomarker kann im Labor bestimmt werden und ermöglicht damit die Rekonstruktion des Oberflächenwassers längst vergangener Zeiten.

Da es sich bei den Alkenonen um relativ stabile Verbindungen handelt, erlauben sie in vielen marinen Ablagerungsgebieten eine Klimarekonstruktion von mehreren hunderttausenden von Jahren.







Oben: Anaerobe Bakterien fressen Erdöl (Foto: F. Aeckersberg et al., Arch. Microbiol. (1991) 156:5-14)

Rechts oben: Das Gullfaks-Feld weist eine Abnahme bestimmter Erdölkomponenten von Nordost nach Südwest auf.

Rechts unten: Die drei Gaschromatogramme zeigen, wie durch zunehmenden bakteriellen Abbau die Kraftstoff-Kohlenwasserstoffe des Benzins und Diesels von der Bohrung 9 zur Bohrung 8 abnehmen.

Ein wichtiges Aufgabenfeld der Organischen Geochemie ist die Untersuchung von Erdöllagerstätten. Erdölkohlenwasserstoffe spielen in der heutigen Gesellschaft eine bedeutende Rolle als Energieträger oder als Grundstoffe für die chemische Industrie. Weitaus weniger bekannt ist allerdings, dass sie auch als Nahrungsgrundlage für mikrobielle Lebensgemeinschaften in Tiefenbereichen von mehreren hundert bis tausend Meter unterhalb der Erdoberfläche dienen. In der Tat machen durch Bakterien veränderte Erdöle den Großteil aller bisher bekannten Erdöllagerstätten aus. Mit zunehmendem bakteriellen Abbau ergeben sich dadurch technische, ökonomische und ökologische Probleme bei der Gewinnung und Nutzung des Erdöls.

Diese tiefen mikrobiellen Gemeinschaften leben dabei im Porenwasser der Lagerstätten und ernähren sich von mit dem Porenwasser in Kontakt stehenden Erdölbestandteilen.

Ein Beispiel für diesen Prozess lässt sich innerhalb eines Erdölfeldes vor der Küste Norwegens, dem sogenannten Gullfaks Feld, beobachten. Hier zeigt sich aus der Änderung der chemischen Zusammensetzung des Öls eine Zunahme des Abbaus von Erdölbestandteilen, in diesem Fall von Kraftstoff-Kohlenwasserstoffen, wie Benzin und Diesel (orange markiert), von Nordost nach Südwest.

HELMHOLTZ
GEMEINSCHAFT