Geobiologische Stoffkreisläufe in der Erdkruste (Deep Biosphere)

Heinz Wilkes [1], Mangelsdorf, K.[1], Vieth, A.[1] & Horsfield, B.[1]

[1] Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Sekt. 4.3 Organische Geochemie, wilkes@gfz-potsdam.de, kama@gfz-potsdam.de, vieth@gfz-potsdam.de, horsf@gfz-potsdam.de

Der ganz überwiegende Teil des organischen Materials auf der Erde liegt fein verteilt in Sedimenten und Sedimentgesteinen vor, die gleichzeitig den Lebensraum für den größten Teil der Mikroorganismen auf unserem Planeten darstellen [1]. In den letzten 20 Jahren wurde immer deutlicher, dass die Biosphäre viel tiefer in die Erdkruste reicht (mehrere Kilometer), als bislang angenommen. Diese tiefen mikrobiellen Ökosysteme spielen eine wichtige Rolle an der Schnittstelle des relativ schnellen biologischen und des außerordentlich langsamen geologischen Teils des globalen Kohlenstoffkreislaufs. Im Allgemeinen ist Sauerstoff in diesen Lebensräumen nicht verfügbar, so dass anaerobe Atmungs- und Stoffwechselvorgänge die dominierenden biologischen Prozesse darstellen. Abiotische Vorgänge, insbesondere die durch erhöhte Temperaturen verursachte Entstehung niedermolekularer organischer Verbindungen aus abgestorbener Biomasse, liefern Kohlenstoff- und Energiequellen für tiefe mikrobielle Lebensgemeinschaften [2,3]. Gashydrate in marinen und terrestrischen Umgebungen ebenso wie die Lagerstätten fossiler Brennstoffe stellen dabei bemerkenswerte mikrobielle Lebensräume dar, in denen die Verfügbarkeit von Energiequellen nahezu unbegrenzt ist. Die Temperatur und die Verfügbarkeit von Nährstoffen (z.B. Elektronenakzeptoren für die Atmung) scheinen zu den wichtigsten Faktoren zu gehören, die die mikrobielle Aktivität bestimmen. Der biologische Abbau von Kohlenwasserstoffen in Erdöl- und Erdgaslagerstätten reduziert nicht nur den wirtschaftlichen Wert dieser Energieressourcen, sondern verschlechtert auch ihre umweltrelevanten Eigenschaften ganz erheblich [4]. Die mikrobielle Oxidation von Kohlenwasserstoffen, insbesondere von Methan oberhalb der klimasensitiven Gashydrat-Vorkommen, ist von eminenter Bedeutung für die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre. Der anaerobe Abbau von Kohlenwasserstoffen ist daher ein Schlüsselelement im Hinblick auf die Rolle der tiefen Biosphäre im globalen Kohlenstoffkreislauf und im Klimasystem.

Literatur

[1] Whitman, W.B., Coleman, D.C. & Wiebe, W.J. (1998): Prokaryotes: The unseen majority. PNAS 95: 6578–6583

[2] Horsfield, B., Schenk, H.J., Zink, K., Ondrak, R., Dieckmann, V., Kallmeyer, J., Mangelsdorf, K., di Primio, R., Wilkes, H., Parkes, R.J., Fry, J.C. & Cragg, B. (2006): Living microbial ecosystems within the active zone of catagenesis: implications for feeding the deep biosphere. Earth and Planetary Science Letters 246: 55–69.

[3] Glombitza, C., Mangelsdorf, K. & Horsfield, B. (2009): A novel procedure to detect low molecular weight compounds released by alkaline ester cleavage from low maturity coals to assess its feedstock potential for deep microbial life. Org. Geochem. 40: 175–183.

[4] Vieth, A. & Wilkes, H. (2006): Deciphering biodegradation effects on light hydrocarbons in crude oils using their stable carbon isotopic composition: A case study from the Gullfaks oil field, offshore Norway. Geochim. Cosmochim. Acta 70: 651–665.

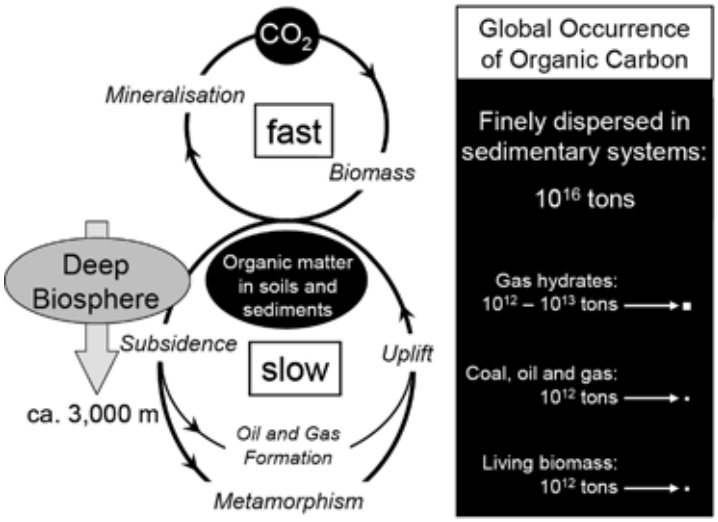

Abb. 1: Vereinfachte Darstellung des organischen Kohlenstoffkreislaufs (links) und der wichtigsten Kohlenstoffreservoire auf der Erde (rechts); die kleinen weißen Quadrate veranschaulichen kleinere Kohlenstoffreservoire im Verhältnis zur Menge an fein verteiltem organischem Kohlenstoff in Sedimentbecken, die durch das große schwarze Rechteck repräsentiert wird.