

temperatures and pressures. - *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **56**: 2295-2309.

Biomarker und C-Isotopie in känozoischen Braunkohlen und fossilen Hölzern Zentraleuropas: Beiträge zur Paläoökologie und Paläoklimatologie

BECHTEL, A.¹, SACHSENHOFER, R.F.¹, GRATZER, R.¹, LÜCKE, A.² & PÜTTMANN, W.³

¹ University of Leoben, Department of Applied Geosciences and Geophysics, Peter-Tunner-Strasse 5, 8700 Leoben, Austria;

² Forschungszentrum Jülich, ICG-V, 52425 Jülich, Deutschland;

³ J.W. Goethe-Universität, Institut für Atmosphäre und Umwelt, Altenhöferallee 1, 60438 Frankfurt a.M., Deutschland

Die molekulare Zusammensetzung organischer Substanz in Kombination mit deren C-Isotopie in Braunkohlen und fossilen Hölzern lassen entscheidende Beiträge zur Rekonstruktion von Änderungen in der Vegetation und den Paläoumweltbedingungen im Känozoikum erwarten. Die C-Isotopie organischer Substanz aus Landpflanzen wurde u. a. dazu benutzt Variationen in der Isotopie des Kohlenstoffs des atmosphärischen CO₂ im Verlauf der Erdgeschichte zu erkennen (AHRENS et al. 2000). Ferner tragen C-Isotopendaten von Zellulose aus Baumringen und fossilen Hölzern zur Entschlüsselung von Klimaänderungen bei, da höhere Landpflanzen den möglichen Wasserverlust im Zuge der Verdunstung bei Trockenheit oder hohen Temperaturen durch Schließung der Spaltöffnungen (Stomata) ausgleichen können. Hierdurch sinkt die interzelluläre CO₂ Konzentration, was zu einer Verarmung an ¹²C führt.

Im Rahmen unseres Forschungsprogramms wurden Kohlen, Harze, fossile Hölzer und hieraus extrahierte Zellulose von Braunkohle-Lagerstätten in Zentraleuropa (Österreich, Deutschland, Bulgarien, Ungarn, Slowenien) untersucht, welche im Zeitintervall frühes Eozän bis Pliozän abgelagert wurden. Das Verhältnis von Kohlenwasserstoffen (Diterpane und Diterpene), welche charakteristisch für Nacktsamer (Gymnospermen, insbesondere Koniferen) sind, und der Summe der Terpenoide, welche aus Landpflanzen hergeleitet werden können, wurde als Proxy für den Beitrag von Nacktsamern bzw. Bedecktsamern (Angiospermen) an der Kohlebildung eingesetzt. Es konnte gezeigt werden, dass die C-Isotopie der Braunkohlen aus dem relativen Beitrag von Gymnospermen im Verhältnis zu Angiospermen, aus den Unterschieden in $\delta^{13}\text{C}$ unterschiedlicher Pflanzenteile (z. B. Blätter, Holz, Rinde), und aus dem Grad des mikrobiellen Abbaus resultiert. Die Konzentrationsverhältnisse der terpenoiden Biomarker deuten auf eine Dominanz von Angiospermen im Eozän und frühen Oligozän Zentraleuropas hin, währenddessen die kohlebildende Vegetation des Tertiärs ab dem Oberoligozän von Gymnospermen (Koniferen) dominiert wurde. Die Daten sind in guter Übereinstimmung mit den paläobotanischen Befunden und belegen das Potential von Biomarkeranalysen im Zuge paläoökologischer Studien.

Die Variationen in $\delta^{13}\text{C}$ der untersuchten Harze, fossiler Hölzer und der hieraus extrahierten Zellulose belegen die Eignung dieser Daten als Proxies zur Rekonstruktion von Paläoumweltbedingungen. Im Gegensatz zu fossilen Hölzern, werden die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Zellulose nur vernachlässigbar im Zuge ihres mikrobiellen Abbaus verändert. Die Ergebnisse der C-Isotopenuntersuchungen belegen parallele Trends in $\delta^{13}\text{C}$ von Landpflanzen und marinem kalkschaligen Benthos während des Känozoikums (ZACHOS et al. 2001). Gleichzeitig legen die Daten eine Variation der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von Braunkohlen, fossilen Gymnospermen-Hölzern und Zellulose im Zuge von Klimaänderungen (Temperatur, Niederschlag) nahe. Die verwendete Rekonstruktion der klimatologischen Parameter im Känozoikum basiert auf paläobotanischen Daten an ostdeutschen Braunkohlen (EISSMANN 1994). Somit spiegeln die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte Veränderungen in der Isotopie der ozeanischen und atmosphärischen C-Reservoirs wider. Zusätzlich weisen die $\delta^{13}\text{C}$ -Daten von C3-Pflanzen eine Abhängigkeit von Klimaänderungen auf, welche durch deren Einfluss auf die Physiologie der Pflanzen erklärt werden kann. Hieraus folgt, dass der terrigene C-Isotopentrend Variationen in $\delta^{13}\text{C}$ von atmosphärischem CO₂ (meist im Zusammenhang mit Änderungen in der CO₂-Konzentration) und im Paläoklima widerspiegelt.

ARENS, N.C., JAHREN, A.H. & AMUNDSON, R. (2000): Can C3 plants faithfully record the carbon isotopic composition of atmospheric carbon dioxide? - *Paleobiology*, **26**: 137-164.

EISSMANN, L. (1994): Leitfaden der Geologie des Präquartärs im Saale-Elbe-Gebiet. - DEUQUA-Tagung 1994, Leipzig. *Altenberger naturwissenschaftliche Forschung*, **7**: 11-53.

ZACHOS, J., PAGANI, M., SLOAN, L., THOMAS, E. & BILLUPS, K. (2001): Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to Present. - *Science*, **292**: 686-693.

Distribution of branched and isoprenoid tetraether lipids in an oligotrophic and a eutrophic Swiss lake: insights into their sources and GDGT-based proxies

BECHTEL, A.¹, SMITTENBERG, R.H.², BERNASCONI, S.M.² & SCHUBERT, C.J.³

¹ University of Leoben, Department of Applied Geosciences and Geophysics, Peter-Tunner-Strasse 5, 8700 Leoben, Austria;

² ETH Zürich, Geological Institute, Sonneggstrasse 5, 8092 Zürich, Switzerland;

³ EAWAG, Department of Surface Waters, Seestrasse 79, 6047 Kastanienbaum, Switzerland

Distributions of isoprenoidal (isoGDGT) and branched glycerol dialkyl glycerol tetraethers (brGDGT) were measured in the water column and sediments of the eutrophic Lake Lugano and the oligotrophic Lake Brienz, Switzerland. Both lakes, including the anoxic bottom water of Lake Lugano, are characterised by GDGTs distributions typical for group I *Crenarchaeota* with GDGT-0/crenarchaeol ratios of around 1 (SINNINGHE DAMSTE et al. 2002). Comparison of the present and past trophic levels of both lakes with POM and sedimentary isoGDGT

concentrations suggest that GDGT concentrations in lacustrine sediments might be used to detect periods of eutrophication.

The TEX₈₆ index values record the lake surface temperatures (LST) reasonably when applying the POWERS et al. (2010) calibration. TEX₈₆-derived temperatures in the deeper parts of the water column of both lakes suggest mixing of exported and *in situ* produced GDGTs or the presence of older isoprenoidal GDGTs, reflecting different temperature regimes. In Lake Brienz, reconstructed mean LST matched the instrumental record, until soil-derived OM input increased in the latter half of the 20th century, evidenced by increased BIT indices. In lake Lugano, the TEX₈₆-based temperatures exhibit a -4 °C offset. This is at the edge of the calibration error, but can also be interpreted as a springtime temperature record, or an annual record that is influenced by GDGT production in deeper and colder water.

BIT index values in Lake Brienz sediments (~0.4) were significantly higher than water column values (~0.1), most probably because terrestrial run-off events were not captured during the water sampling. In Lake Brienz the brGDGTs appear to be genuinely soil-derived, but, based on their distribution through the water column and the calculated MBT/CBT proxy, the brGDGTs in Lake Lugano appear to be at least partially produced *in situ*.

Overall, the data presented in this paper appear to validate the new TEX₈₆ calibration for lacustrine sediments, but also show that this can only be done after careful examination of the sources of archaeal GDGTs. This is even more true for the sources (i.e. soil versus lacustrine) of the brGDGTs, and the use of the MBT and CBT proxies.

SINNINGHE DAMSTE, J.S., HOPMANS, E.C., SCHOUTEN, S., VAN DUIN, A.C. & GEENEVAASEN, J.A.J. (2002): Crenarchaeol: the characteristic core glycerol dibiphytanyl glycerol tetraether membrane lipid of cosmopolitan pelagic Crenarchaeota. - *Journal of Lipid Research*, **43**: 1641-1651.

POWERS, L.A., WERNE, J.P., VANDERWOUDE, A.J., SINNINGHE DAMSTE, J.S., HOPMANS, E.C. & SCHOUTEN, S. (2010): Applicability and calibration of the TEX₈₆ paleothermometer in lakes. - *Organic Geochemistry*, **41**: 404-413.

Preliminary observations on the mineralogy magmatic rocks and of sulphates from evaporite mélanges from the central Northern Calcareous Alps

BERNROIDER, M., LEITNER, C., NEUBAUER, F., SCHORN, A. & GENSER, J.

Department Geography and Geology, University of Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, 5020 Salzburg, Austria

The evaporite mélanges of the Haselgebirge Formation exposed in the central Northern Calcareous Alps comprises a wide variety of mainly chlorides and sulphates (SCHAUBERGER 1986) as well as a wide range of decimeter- to meter-sized tectonic blocks and boudins comprising partly altered plutonic and volcanic rocks and of their metamorphic equivalents (e.g., KIRCHNER 1979, VOZAROVA et al. 1999). No detailed chemical data from minerals of all these rocks

are available up to now. An extensive microprobe survey has been started in order to constrain (1) the mineralogical composition of magmatic and metamorphic minerals in above mentioned magmatic clasts from gypsum quarries like Moosegg and (2) compositional variations of sulphates (anhydrite, polyhalite) from various mines.

Few metagabbro clasts contain a partly altered magmatic mineral assemblage including plagioclase and clinopyroxene. For illustration, we describe here a particular sample from which white mica was dated as early Variscan (SCHORN et al. this volume). The clinopyroxene comprises a patchy composition, with cores of Wo_{40.2}En_{47.6}Fs_{12.2} and rims of Wo_{36.4}En_{44.2}Fs_{19.4}. The rims are partly replaced by a fine-grained mixture of chemically unresolvable amphiboles, opaque and other minerals. The metamorphic assemblage of other pseudomorphs contains phengitic white mica containing Si of 3.55 to 3.65 per formula unit and Na-rich amphiboles. Because of missing foliation, the metamorphism represents rather ocean floor metamorphism than high-pressure metamorphism.

Samples of meta-biotite-diorite contain plagioclase, kaersutite, and biotite as primary minerals, and actinolite, chlorite and epidote as metamorphic assemblages. Magmatic biotite grains are rich in TiO₂. In some of these rocks, we also found a magnesio-hornblende/actinolite + opaque minerals in the core of kaersutite.

Sodium-rich amphiboles (mainly magnesio-riebeckite) are particularly important in many metamorphic rocks as well as infill of extensional gashes, particularly in dolomite lenses. Their origin is unclear. As a working hypothesis we postulate formation of sodium-rich amphiboles by interaction between a brine and rock at elevated temperature.

In summary, these data indicate a magmatic phase, which is dominated by mildly alkaline rocks. The phengitic white mica of metagabbro indicates a phase of blueschist metamorphism.

Polyhalite compositions have been investigated from different microfabric types from the Altaussee mine. The samples are the same as used for ⁴⁰Ar/³⁹Ar age dating (LEITNER et al. in prep.). The main microstructural types of polyhalite (from coarse-grained vein, medium-grained anhydrite-polyhalite rock and fine-grained foliated polyhalite, respectively) expose no significant chemical differences to each other. All measured points on polyhalite are similar to each other (30 points) and located near the ideal composition. All samples show slightly elevated amounts of calcium, but then diminished amounts of potassium, which is most probably an error in measurement. The contents of subordinate cations is low and similar, with oxide percentages below 0.3 (Mn < Na < Sr < Fe).

KIRCHNER, E. (1979): Pumpellyitführende Kissenlavabreccien in der Gips-Anhydritlagerstätte von Wien am Grundlsee, Stmk. - *Tschermaks Mineral. Petrogr. Mitt.*, **26**: 149-162.

SCHAUBERGER, O. (1986): Bau und Bildung der Salzlagerstätten des ostalpinen Salinars. - *Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt*, **7**: 217-254, Wien.

VOZAROVA, A., VOZAR, J. & MAYR, M. (1999): High-pressure metamorphism of basalts in the evaporitic sequence of the Haselgebirge: An evidence from Bad Ischl (Austria). - *Abh.*