

international team of paleontologists who will refine the systematics, biostratigraphic correlations and ecological interpretations resulting from their studies. We will also undertake studies of functional anatomy of the skeletons and paleodietary reconstructions based on the mesowear and microwear methodologies and studies of enamel isotopes.

Invertebrates - Only taxonomic lists of invertebrates are known so far, while paleobiological and modern taxonomic studies are absent. Invertebrates are dominated by abundant limnic (e.g. *Gyraulus* sp., *Ferrissia* sp., *Planorbarius* sp., *Radix* sp.) and terrestrial (e.g. *Cepaea* sp., *Tropidomphalus* sp., *Leucochroopsis* sp., *Abida* sp.) gastropods, while bivalves are absent. Limnic gastropods are distributed all over the marly sediment and fragments can be accumulated in particular layers, while terrestrial snails are most abundant within the debris flows. Furthermore, ostracods and a few fragments of fresh-water crabs and terrestrial click-beetles (Elateridae) were found. Based on the distribution of taxa and taphocoenoses, this working group will focus on the ecological reconstruction of the lake and hinterland environments.

Plants - Few plant remains were known from Höwenegg unto the new excavation campaign. Accurate sampling showed that diaspores, leaves, and pollen are present in different layers of the Höwenegg section. The fruits reflect best taxa from aquatic habitats, e.g. Cyperaceae and calcified fructifications, e.g. *Celtis*. The leaves are taphonomically sorted. Among these, *Populus* and *Buxus* are most common. The pollen show a divers spectrum of phanerogams as *Ulmus*, *Betula*, *Quercus*, *Fagus* and allow insight in the woody flora of the hinterland. Additionally, *Rumex*, *Plantago*, Chenopodiaceae pollen impart knowledge about the herbaceous flora.

Analytical Working Group – All of Jörg and Tobien's taphonomic data, and associated sedimentologic and stratigraphic data have been retrieved and digitally stored for future integration with this project's geologic and paleontologic data. The analytical working group will design methods for integrating the other working groups.

This project is currently funded by the L.S.B. Leakey Foundation, the Gesellschaft zur Förderung des Naturkundemuseum Stuttgart, the town on Immendingen, and the collaborating institutions. The project working groups are lead by Bernor & Heizmann (vertebrate working group), Rasser (invertebrates), Eder (plants) and Mittmann (analysis) with overall project responsibility coming from the State Museum of Natural History in Karlsruhe (V. Wirth, Direktor).

DIE KORRELATION VON CONODONTEN- UND GONIATITENABFOLGEN DER *PERICYCLUS*-STUFE (OBER-TOURNAISIUM BIS MITTEL-VISEUM, UNTERKARBON)

Thomas R. BECKER & Sarah Z. ABOUSSALAM

Geologisch-Paläontologisches Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität, Corrensstr. 24, D-48149 Münster; e-mail: rbecker@uni-muenster.de

In der klassischen Gliederung des deutschen Unterkarbons wurde traditional eine *Pericyclus*-Stufe ausgeschieden, welche dem Unterkarbon II bzw. dem Erdbachium entsprach. Lithostratigraphisch beinhaltete sie im Rheinischen Schiefergebirge die Abfolge vom Unteren Alaunschiefer bis zum Einsetzen der Gattung *Goniatites* in den Kieseligen Übergangsschichten. In der britischen Abfolge handelt es sich etwa um das mittlere Courceyan bis zum Holkerian/unteren Asbian, in Belgien etwa um das mittlere Tournaisium bis Livium, in Nordamerika etwa um das mittlere Kinderhookian bis tiefe Meramecian. Für die Goniatiten-Gliederung existiert das Problem, dass die deutsche Abfolge praktisch keine

aussagekräftigen Goniatitenfaunen zwischen der *Gattendorfia*- (Unter-Tournaisium) und der *Goniatites*-Stufe (basales Ober-Viséum) führt. Die Gliederung der *Pericyclus*-Stufe in vier Zonen nach SCHMIDT (1925) beruhte auf den vermuteten Altersbeziehungen von Faunen aus entfernten Regionen, z. B. aus dem belgischen Kohlenkalk (cu II α), aus den Waulsortium-Riffen Irlands (cu II β) oder aus dem deutschen Erdbacher Kalk (cu II γ). Gute Korrelationen mit der Conodonten-Gliederung scheiterten in Deutschland am Mangel geeigneter bzw. fossilführender Aufschlüsse.

Global zeichnen sich Conodonten-Abfolgen des Unterkarbons, bedingt durch regionale Faziesinflüsse, durch große Unterschiede oder sogar durch endemische Formen aus. Die detailliertesten Zonierungen mit großen Übereinstimmungen trotz großer Distanz und abweichender Faziesentwicklung liegen für die Typusregion des Mississippiums (LANE & BRECKLE, 2001) und für die belgische Typusregion von Tournaisium und Viséum (WEBSTER & GROESSENS, 1991) vor. Diese Gliederung kann als Gerüst für die Korrelation mit anderen regionalen Abfolgen und mit der globalen Goniatiten-Abfolge dienen. Obwohl die Taxonomie vieler Pericyclidae dringend moderner Revision bedarf, hat sich in zahlreichen Regionen (Nordamerika, Ural, Marokko) bestätigt, dass die Gattung *Pericyclus* erst im basalen Ober-Tournaisium einsetzt. Das Mittel-Tournaisium wird durch *Goniocyclus* und Prodromitidae charakterisiert und kann als *Goniocyclus*-Stufe mit vermutlich drei Zonen klar abgegrenzt werden; diese entspricht den unteren und oberen *Siphonodella crenulata*-Zonen.

Eine intensive globale Literaturübersicht der eigentlichen *Pericyclus*-Stufe resultierte in der Zusammenstellung von ca. 150 Goniatitenfaunen aus mehr als 50 Regionen Nord-Amerikas, Süd-Amerikas, Europas, Nord-Afrikas, Asiens und Australiens. Ergänzt werden die publizierten Daten durch unveröffentlichte neue Faunen aus Marokko (Meseta und Tafilalt) sowie durch eine neue untersuchte Conodonten-Goniatiten-Vergesellschaftung aus dem „Calcaire de Faugères“ (mittleres Member der St. Nazaire-Formation) der Montagne Noire. Aufbauend auf die Karbongliederung nach RILEY (1991) stellt sich eine revidierte Conodonten- und Goniatiten-Gliederung vom oberen Tournaisium bis zum Mittel-Viséum gegenwärtig wie folgt dar:

1. *Gnathodus cuneiformis*- und *Neopolygnathus carinus*-Zonen

BELKA (1991) führte *Gn. cuneiformis* als Indexart gegenüber der früheren Verwendung von *Gn. typicus* Morphotyp 2 ein. Auch *Gn. punctatus* und *Dollymae hassi* sind wichtige Leitarten an der Basis des Osagean Nord-Amerikas bzw. des Ivorium von Belgien, dicht gefolgt vom Einsetzen des echten *Neopo. carinus*. Goniatiten-Faunen sind gekennzeichnet durch das Einsetzen von *Muensteroceras* (s. str.), *Eurites*, *Pericyclus*, *Asiacyclus*, *Masonoceras* und *Acrocanites* (*Pericyclus*-*Muensteroceras*-Zone). Dies entspricht dem unteren Teil des früheren cu II α . Vertreter der Prionoceratidae, z.B. *Zadelsdorfia* und *Kazakhstania*, können lokal noch recht häufig sein. Besonders berühmt sind Faunen vom Top des Rockford Limestone in Indiana oder aus dem belgischen Calcaire de Vaulx (Tn 3b). Die *Muenst. medium*-Gruppe aus dem hohen Mittel-Tournaisium von Missouri und des S-Urals bildet eine verwandte, neue, etwas ältere Gattung.

2. *Pseudopolygnathus multistriatus*-Zone

Im oberen Teil der früheren *Gn. typicus*-Zone finden sich in verschiedenen Niveaus Leitarten von *Pseudopolygnathus*, z.B. auch *Ps. oxypageus*, sowie Arten von *Doliognathus* (*D. dubius*), *Eotaphrus* (*Eo. cf. bultyncki*, *Eo. bultyncki*) und *Dollymae bouckaerti*. Conodontendaten für Goniatitenfaunen, die einem jüngeren Abschnitt des früheren cu II α zugeordnet werden müssen, z.B. aus dem belgischen Calcaire de Calonne (Tn 3c), sind leider nur schlecht mit Conodonten datiert. Entsprechend eines alten, zunächst kaum begründeten Vorschlages von RAMSBOTTOM & SAUNDERS (1985), aber im Einklang mit nordafrikanischen (CONRAD, 1984; KORN et al., 2003) und nordamerikanischen (GORDON & MASON, 1985) Faunen, können frühe Verwandte von *Winchelloceras* sowie

Progoniatites als überregionale Leitgattungen einer neuen Zone (*Progoniatites*-Zone) gewählt werden, welche u. a. auch das mit *Progoniatites* verwandte *Zhifangoceras*, frühe *Dzhaprakoceras* und *Helicocyclus* enthält.

3. *Scaliognathus anchoralis*-Zone

Die *Sc. anchoralis*-Zone ist praktisch weltweit nachgewiesen worden und auch durch *D. latus* gekennzeichnet. Die charakteristische *Hindeodella segaformis* ist ein Element des *Scaliognathus*-Apparates. Die Waulsortian-Riffe Irlands und Belgiens fallen in diese Zone und somit auch die ältesten Faunen mit *Fascipericyclus* und *Merocanites*, bzw. das frühere cu II_β. Frühe *Fascipericyclus*-Faunen sind auch aus der Montagne Noire, Spanien, den britischen Midlands und aus dem Dra-Tal Marokkos bekannt. Typisch sind auch *Irinoceras ornatissimum* und *Eoglyphioceras duponti*.

4. *Eotaphrus burlingtonensis*- und *Mestognathus beckmanni*-Zonen

Der obere Teil der *anchoralis*-Zone führt in Missouri und Belgien *Eo. burlingtonensis*, welches zusammen mit *Gn. pseudosemiglaber*, *Polygnathus bischoffi* und *Po. mehli* eine Abgrenzung als eigene Zone erlaubt. Das globale Aussterben von *Scaliognathus* höher in der Abfolge begründete früher (VOGES, 1959) in Deutschland die Basis des *anchoralis-bilineatus*-Interregnums, welches heute am Top des Tournaisiums (basales Moliniacium Belgiens = „Freyrium“) beginnt, gefolgt von der Ausbreitung von *Mesto. beckmanni*. Leitgattungen dieses unteren Teiles des klassischen cu II_γ sind *Polaricyclus* und *Neopericyclus*, begleitet oder regional vertreten (z.B. im Erdbacher Kalk) durch verschiedene Arten von *Ammonellipsites*. Die erwähnte neue Fauna mit *Neopericyclus*, *Ammonellipsites*, *Merocanites*, *Mesto. beckmanni* und *Gnathodus*-Arten, aber ohne *Scaliognathus*, aus der Montagne Noire spricht für ein Alter unmittelbar unterhalb der heutigen Tournaisium/Viséum-Grenze.

5. *Gnathodus homopunctatus*-Zone

Die Indexart beginnt im vorgeschlagenen chinesischen Stratotypus (DEVUYST et al., 2003) für die Basis des Viséums unmittelbar über der Leitforaminifere der Stufe, *Eoparastaffella simplex*. In Nord-Amerika steht zeitgleich *Gn. texanus* als Leitart für das Upper Osagean zur Verfügung. Faunen mit *Polaricyclus* und *Ammonellipsites* (nicht jedoch *Pericyclus*) reichen in Kansas, Yorkshire und New South Wales ins basale Viséum hinein. Für einen etwas jüngeren Horizont, der neuen *Michiganites*-Zone (mittlerer Teil des früheren cu II_γ), ist neben der Leitgattung auch das Einsetzen von Prolecaniten mit zusätzlichem Umbilicallobus (*Cantabricanites*) charakteristisch und echte Winchelloceraten hatten ihre Hauptverbreitung.

6. *Lochriea commutata*-Zone

Im höchsten Osagean Nord-Amerikas, im basalen Mittel-Viséum Belgiens und im britischen Arundian setzt *L. commutata* als wichtiger Leitconodont ein. Dieses Niveau ist global leicht durch Goniaticenfaunen mit *Bollandites* und *Bollandoceras* zu erkennen (oberer Teil des früheren cu II_γ). Letzte Pericyclidae wie *Hammatocyclus* und *Helicocyclus* können regional noch selten vorkommen, aber die Blütezeit der Familie war bezüglich Diversität und Disparität eindeutig überschritten. Die wichtigste Faunenabfolge ist aus dem Nord-Timan Rußlands bekannt, während Faunen aus Nord-Afrika und Nord-Amerika noch schlecht untersucht sind.

Im oberen Teil der *commutata*-Zone bzw. im Holkerien von Yorkshire (= unteres Meramecian Nord-Amerikas) und vermutlich auch Algeriens kann eine Zone mit ältesten *Dimorphoceras* neu abgetrennt werden. Ebenso wie in der folgenden *Beyrichoceras*-Zone des oberen Mittel-Viséums bzw. wie das frühere cu II_δ (s. WEYER, 1972) enthält diese keine Pericycliden mehr und kann daher auch nicht der eigentlichen *Pericyclus*-Stufe (im Sinne einer „Superzone“) zugerechnet werden. Zwischen den letzten Pericycliden des Arundian und den ersten *Goniatices*-Faunen des oberen Asbian klafft noch immer (s. RILEY, 1991) eine Lücke in der Stufengliederung der Goniaticen.

Literatur:

- BELKA, Z. (1991): Potential conodont levels for intercontinental division of the Lower Carboniferous. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **130**: 11-14.
- CONRAD, J. (1984) : Les séries Carbonifères du Sahara Central Algérien. Stratigraphie, sédimentation, évolution structurelle. – Thèse Doct. Etat ès-Sci. nat., Univ. Droit, d'Econ. Sci. d'Aix Marseille, 370 S.
- DEVUYST, F.-X., HANCE, L., HOU, H., WU, X., TIAN, S., COEN, M. & SEVASTOPULO, G. (2003): A proposed Global Stratotype Section and Point for the base of the Viséan Stage (Carboniferous): the Pengchong section, Guangxi, South China. – Episodes, **26** (2): 105-115.
- GORDON, M. jr. & MASON, C. E. (1985): Progradation of the Borden Formation in Kentucky, U.S.A., demonstrated by successive early Mississippian (Osagean) ammonoid faunas. – C. R. 10th Congr. Internat. Strat. Carb., Madrid 1983, **I**: 191-198.
- KORN, D., BOCKWINKEL, J., EBBIGHAUSEN, V. & KLUG, C. (2003): Palaeobiogeographic and evolutionary meaning of an early Late Tournaisian ammonoid fauna from the Tafilalt of Morocco. – Acta Palaeont. Pol., **48** (1): 71-92.
- LANE, R. H. & BRECKLE, P. L. (2001): Type Mississippian subdivisions and biostratigraphic succession. – In: HECKEL, P. H. (Ed.), Stratigraphy and Biostratigraphy of the Mississippian Subsystem (Carboniferous System) in its Type Region, the Mississippi River Valley of Illinois, Missouri, and Iowa, I.U.G.S. Subcommission on Carboniferous Stratigraphy, Guidebook for Field Conference, September 8-13, 2001, S. 93-108.
- RAMSBOTTOM, W. H. C. & SAUNDERS, W. B. (1985): Evolution and evolutionary biostratigraphy of Carboniferous ammonoids. – J. Paleont., **59** (1): 123-139.
- RILEY, N. J. (1991): A global review of mid-Dinantian ammonoid biostratigraphy. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **130**: 133-143.
- SCHMIDT, H. (1925): Die carbonischen Goniatiten Deutschlands. – Jb. preuß. geol. Landesanst., **45**: 489-609.
- VOGES, A. 1959. Conodonten aus dem Unterkarbon desw Sauerlandes (*Gattendorfia*- und *Pericyclus*-Stufe). – Paläont. Z., **33**: 266-314.
- WEBSTER, G. D. & GROESSENS, E. (1991): Conodont subdivision of the Lower Carboniferous. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **130**: 31-40.
- WEYER, D. (1972): Trilobiten und Ammonoideen aus der *Entogonites nasutus*-Zone (Unterkarbon) des Büchenberg-Sattels (Elbingeröder Komplex, Harz), Teil I. – Geologie, **21**: 166-184.

A NEW METHOD FOR QUALITATIVE ESTIMATION OF PRECIPITATION USING FOSSIL AMPHIBIANS AND REPTILES

Madelaine BÖHME¹ & August ILG²

¹ Department of Earth and Environmental Sciences, Section Palaeontology, Ludwig-Maximilians-University Munich, Richard-Wagner-Str. 10, D-80333 Munich

² Schumannstrasse 83, D-4023 Düsseldorf; e-mail: august.ilg@t-online.de

Precipitation is an important geodynamic control factor coupled to tectonics, erosion, continental run-off and weathering, and to oceanic circulation. But in practice this climate parameter is difficult to estimate and long term and high resolution continental records are mostly lacking. Here we introduce a new palaeobiological method of quantitative estimation of paleo-precipitation based on indexing of ecophysiological groups within herpetological communities. In recent communities this groups show a highly significant correlation to the annual precipitation. We apply this correlation to a high resolution ~11 million year continental sequence of the Calatayud-Daroca and Teruel-Alfambra sections (Northern Spain) in the western Mediterranean and to several Neogene North-South transects. The results show that the new method will be a powerful tool to reconstruct past temporally and spatially precipitation patterns and will therefore contribute to a better understanding and modelling of geodynamic processes. It complements palaeobotanical methods, because it is applicable on a different set of sedimentary and taphonomic facies.