

Zudem sind kleine Makrofossilien in den Karbonaten von Porkuni frühzeitig silifiziert und damit außerordentlich gut erhalten.

Bryozoen, Ostracoden, Gastropoden, und Echinodermen gehören zu den am häufigsten erhaltenen Fossilien in Porkuni. Cephalopoden sind recht selten. Jedoch konnten aus eigenen Aufsammlungen, ergänzt durch Museumsmaterial knapp 70 Fragmente von Cephalopoden geborgen werden.

Diese Fragmente lassen sich zu 10 Arten, 9 Genera, 7 Familien, und 5 Ordnungen klassifizieren. Alle Arten sind bisher lediglich aus Estland bekannt. Unter den identifizierten Taxa befindet sich eine Gattung die in keine der bisher bekannte Cephalopoden-Ordnungen einordnen lässt. Zwei weitere Gattungen sind so verschieden von den bekannten Paläozoischen Ordnungen, dass sie nur mit Vorbehalt zu den Oncocerida gerechnet werden. Damit stellt sich die beschriebene Fauna als extrem divers und extrem endemisch dar. Der Zeitintervall, welcher in vielen Teilen der Welt durch die sogenannte monotone Hirnantiafauna charakterisiert ist macht die Funde von Porkuni besonders brisant.

Ein Vergleich dieser Fauna mit den bekannten Faunen des obersten Ordovizium von Nordamerika zeigt, dass typische ordovizische Vetreter, wie Endoceraten und Tarphyceraten in Porkuni völlig fehlen. Die Fauna von Porkuni stellt jedoch keine Auswahl typischer potentieller Überlebender des End Ordovizium Events dar.

Die Korrektur von Sepkoski's weltweiter Referenzdatenbank der alpha-Diversität durch die Formen Porkuni's führt zu keiner signifikanten Veränderung des bekannten Aussterbemusters unter den Cephalopoden. Die Fauna von Porkuni führt uns jedoch vor Augen, wie gering unser Wissen über die Diversität proximaler, tropischer Lebensräume dieser Zeit ist.

DIE KONIFEREN-KOMPONENTE IN DER FLORA DER UNTERKRETAZISCHEN CRATO FORMATION (BRASILIEN) – NEUE ERGEBNISSE

Lutz KUNZMANN¹, Barbara A. R. MOHR²,
Mary E. C. BERNARDES-DE-OLIVEIRA³ & Volker WILDE⁴

¹ Staatliche Naturhistorische Sammlungen Dresden, D-01109 Dresden, Königsbrücker Landstraße 159;
e-mail: Lutz.Kunzmann@snsd.smwk.sachsen.de

² Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität Berlin, Institut für Paläontologie, D-10115 Berlin,
Invalidenstraße 43, e-mail: barbara.mohr@museum.hu-berlin.de

³Institute of Geosciences, University of São Paulo, Cidade Universitária, Rua do Lago 562, São Paulo, CEP
05508-080, Brazil, e-mail: maryeliz@usp.br &

⁴ Forschungsinstitut Senckenberg Frankfurt/M., D-60325 Frankfurt, Senckenberganlage 25;
e-mail: vwilde@senckenberg.de

Fossile Pflanzenreste der unterkretazischen Crato-Formation (oberes Apt bis unteres Alb) aus Nova Olinda (NE Brasilien) liegen meist als Abdrücke oder Negativformen in hellgelben Plattenkalken vor oder ihre ursprüngliche Substanz ist großenteils in Eisenoxide umgewandelt. Inkohlungerhaltung und Permineralisation treten nur sporadisch und nur in bestimmten Horizonten auf. Sie sind bisher in der wissenschaftlichen Fachliteratur noch nicht oder nur sehr selten beschrieben worden.

Nach den sedimentologischen und geologischen Befunden wurden die Crato-Plattenkalke, in denen die Flora erhalten ist, unter lacustrinen, teilweise (hyper-)salinaren Bedingungen abgelagert. Marine Ingressionen in die flachen Seen und küstennahen Lagunen waren häufig. Obwohl die Flora zum großen Teil eine allochthone Taphocoenose darstellt, kommen recht häufig Individuen höherer Pflanzen vor, die mit mehreren oder allen ihren Organen überliefert sind. Hierin zeigt sich das große Potential dieser Flora, einen wichtigen Beitrag zur Kenntnis

der frühen Angiospermen, aber auch zur Kenntnis der im Fossilbereich nur sehr spärlich nachgewiesenen Gnetophyta zu leisten. Die stratigrafische Position zeigt, dass die Flora unmittelbar mit der ersten großen Radiation der Angiospermen in der höheren Unterkreide in Verbindung steht. Für andere Gruppen, wie die Coniferophyta, ist die paläogeografische Position der Fundstelle in Äquaturnähe besonders interessant.

Gegenwärtig sind etwa 70-80 Pflanzentaxa der Makroflora bekannt, darunter Sporenpflanzen wie Farne, Schachtelhalme und Lycophyten. Gymnospermen sind mit Cycadophyta, Coniferophyta, und sowohl ephedroiden, als auch welwitschioiden Gnetophyten vertreten (RYDIN et al., 2003; MOHR et al., 2004). Bei den bedecktsamigen Blütenpflanzen handelt es sich meist um magnoliide Taxa, es kommen aber auch vereinzelt eudicotyle Angiospermen vor. Durch die konsequente Anwendung moderner Untersuchungsmethoden wie Rasterelektronenmikroskopie konnten in den zurückliegenden Jahren mehrere neue Gattungen und Arten aus dieser Flora beschrieben werden: z. B. *Araripia florifera* MOHR & EKLUND 2003, *Endressinia brasiliiana* MOHR & BERNARDES-DE-OLIVEIRA 2004 und *Trifurcatia flabellata* MOHR & RYDIN 2002. Die Mikroflora wurde bereits umfassend monografisch bearbeitet (LIMA, 1978, 1979; PONS et al., 1996).

Die Crato Flora ist mit weniger als einem Dutzend Koniferentaxa zwar nicht besonders divers, stellt aber eine der wenigen Floren dar, an denen kreidezeitliche paläotropische Gymnospermen studiert werden können. Koniferenreste sind bereits von LIMA (Pollen; 1979) und von DUARTE (2 Taxa von *Brachyphyllum* und *Podozamites* sp.; 1985) bearbeitet worden. Einen vorläufigen Überblick geben MARTILL et al. (1993). Die Neuuntersuchung der Koniferentaxa begann mit ausgewählten Fossilresten mit ungewöhnlich guter Inkohlungerhaltung, die detaillierte Untersuchungen von Blattepidermen mittels Licht- und Rasterelektronenmikroskopie gestatteten (KUNZMANN, MOHR & BERNARDES-DE-OLIVEIRA, 2004). Diese Arbeit wird kontinuierlich fortgesetzt (KUNZMANN et al., in prep.).

Vertreter dreier Koniferenfamilien konnten bisher festgestellt werden: Araucariaceae kommen mit weiblichen Zapfen von cf. *Araucaria* sp. vor. Ein juveniler Zapfen (?*Araucariostrobus* spec.) und sterile Zweige mit der Beblätterung vom Morphotypus *Brachyphyllum obesum* werden ebenfalls zu den Araucariaceae gestellt. Auch die Palynoflora enthält Pollen vom *Araucariacites*-Typ (LIMA, 1979).

Vegetative Organe der Formgattung *Lindleycladus* (incertae sedis oder Podozamitaceae) ließen sich ebenfalls durch deren Epidermisstruktur sicher bestimmen. Das Vorkommen von *Lindleycladus* ist ein erster Nachweis dieses fossilen Morphogenus in der Südhemisphäre.

Die ausgestorbenen Cheirolepidiaceae sind mit 2 Gattungen sicher vertreten. Es handelt sich dabei um sterile Zweige der Formgattung *Frenelopsis* sowie sterile Zweige der Art *Tomaxellia biforme* (KUNZMANN et al., in prep.). Die Merkmale der *Frenelopsis*-Reste zeigen Ähnlichkeiten zu Formen, die aus der Unterkreide von Portugal und von Japan bekannt sind. *Tomaxellia biforme* ist ein Südamerika-Endemit, der bislang aus eher gemäßigten Paläobreiten (Unterkreide von Patagonien) beschrieben wurde. Unklar bleibt zurzeit, ob die sehr häufig vorkommenden *Brachyphyllum*-Zweige wenigstens teilweise zu den Cheirolepidiaceae zu stellen sind oder in ihrer Gesamtheit den Araucariaceae angehören. Cheirolepidiaceae sind bereits seit längerem mit mehreren Formen aus der Palynoflora bekannt (LIMA, 1979).

Das Vorkommen der Podocarpaceae konnte bisher nur innerhalb der Palynoflora gezeigt werden (LIMA, 1979). Stark destruierte Zweige mit kleinen Zapfen sind möglicherweise den Cupressaceae zuzurechnen.

Die Pflanzentaphocoenose der Crato-Flora setzt sich aus unterschiedlichen Komponenten zusammen. Vollständig erhaltene Einzelpflanzen, wie z. B. der Nymphaeales (MOHR & FRIIS, 2000), und Pflanzen, die mit mehreren Organen im natürlichen Verbund vorliegen, hatten

sicher keinen weiten Transportweg und sind als parautochthone Elemente anzusehen. Hierbei spielen auch Starkregenereignisse eine wichtige Rolle. Es ist anzunehmen, dass dadurch komplette Pflanzen aus dem Substrat gerissen und danach rasch eingebettet wurden. Viele Elemente sind jedoch durch fluviatilen Transport von weiter entfernten Gebieten in die Taphocoenose gelangt. Ein Großteil der Koniferenreste ist stark fragmentiert und sicher durch Zuflüsse in die Lagune eingespült worden. Im Falle der großen *Brachyphyllum*-Zweigreste können die Transportwege jedoch nicht sehr weit gewesen sein. Cheirolepidiaceae, insbesondere Frenelopsiden, waren ideal an die Bedingungen einer Salzmarsch am Rand der Lagune angepasst. Insgesamt spiegelt die Crato-Flora ein (sub-) tropisches und saisonal trockenes Klima wieder.

Literaturauswahl:

- DUARTE, L. (1985): Vegetais fosseis da Chapada do Araripe, Brasil. – Coletanea de trabalhos paleontológicos no VIII Congresso brasileiro de Paleontologia 1983, Paleontologia e Estratigrafia, **2**: 557 – 563.
- KUNZMANN, L., MOHR, B. A. R. & BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. (2004): Gymnosperms from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). I. Araucariaceae and *Lindleycladus* (incertae sedis). – Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, **7**: 155-174.
- KUNZMANN, L., MOHR, B. A. R., BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. & WILDE, V. (in prep.): Gymnosperms from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). II. Cheirolepidiaceae. – Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe.
- LIMA, M. R. DE (1978): Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil). I. Introdução geológica e descrição sistemáticos dos esporos da Subturma Azonotriletes. – Ameghiniana, **15**: 333-365.
- LIMA, M. R. DE (1979): Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil). II. Descrição sistemática dos esporos da Subturma Zonotriletes e Turma Monoletes, e dos polens das Turmas Saccites a Aletes. – Ameghiniana, **16**: 27-63.
- MARTILL, D. M., BRITO, P. M., WENZ, M. & WILBY, P. R. (1993): Fossils of the Santana and Crato Formations, Brazil. In: JARZEMBOWSKI, E. A. (ed.): Palaeontological Association Field Guides to Fossils Series, **5**: 1-159, The Palaeontological Association, London.
- MOHR B. A. R. & BERNARDES-DE-OLIVEIRA M. E. C. (2004): *Endressinia brasiliana*, a magnolialean angiosperm from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). – International Journal of Plant Sciences, **165** (6): 1121-1133.
- MOHR B. A. R., BERNARDES-DE-OLIVEIRA M. E. C., BARRETO, A. M. F. & CASTRO-FERNANDES-M. C. (2004): Gnetophyte preservation and diversity in the Early Cretaceous Crato Formation (Brazil). – Seventh International Organization of Paleobotany Conference (Bariloche, Argentina) Abstracts, p. 81.
- MOHR, B. A. R. & EKLUND, H. (2003): *Araripia florifera*, a magnoliid angiosperm from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). – Review of Palaeobotany and Palynology, **126**: 279-292.
- MOHR, B. A. R. & FRIIS, E. M. (2000): Early angiosperms from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil), a preliminary report. – International Journal of Plant Sciences, **161**: 155-167.
- MOHR, B. A. R. & RYDIN, C. (2002): *Trifurcatia flabellata* n. gen. n. sp., a putative monocotyledon angiosperm from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). – Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, **5**: 335-344.
- PONS D., BERTHOU, P. Y., MELO-FILGUEIRA, J. B. M. & SAMPAIO, J. J. A. (1996): Palynology des unités lithostratigraphiques “Fundao”, “Crato” et “Ipubi” (Aptien supérieur à Albien inférieur- moyen, basin d’Araripe, nord-est du Brésil): enseignements paléocologiques, stratigraphiques et climatologiques. In: Jardiné, S., Klasz, I., Debenay, J.-P. (eds.). Géologie de l’Afrique et de l’Atlantique Sud. – Actes Colloques Angers, 1996: 383-401.
- RYDIN, C., MOHR B. A. R. & FRIIS, E. M. (2003): *Cratonia cotyledon* gen. et sp. nov.: a unique Cretaceous seedling related to *Welwitschia*. – Proceedings of the Royal Society London, Biology Sciences, **270** (suppl.): S1-S4.