

presseaussendung

Wien, am 11. März 2014

EXPERIMENT LEBEN – DIE GABONIONTA

Das Naturhistorische Museum in Wien zeigt als Weltpremiere die ältesten Fossilien makroskopisch-mehrzelligen Lebens – 12. März bis 30. Juni 2014

**Pressekonferenz und Ausstellungsrundgang
am Dienstag, dem 11. März 2014, um 10.30 Uhr**

mit

Univ.-Prof. Dr. Christian Köberl (Generaldirektor, NHM Wien)

Prof. Dr. Abderrazak El Albani („Entdecker“ der Gabonionta, Universität Poitiers und CNRS)

PD Dr. Mathias Harzhauser (Geologisch-Paläontologische Abteilung, NHM Wien)

Im Jahr 2010 schlug ein Bericht aus dem Fachjournal „Nature“ ein wie eine Bombe. In 2,1 Milliarden Jahre alten Tonschiefern aus Gabun fand der marokkanisch-französische Geologe Abderrazak El Albani von der Universität Poitiers und dem CNRS (Centre national de la recherche scientifique), dem nationalen Zentrum für wissenschaftliche Forschung in Frankreich, die ältesten Fossilien von komplexen, kolonialen Lebewesen.

Das Leben auf der Erde entstand vor etwa 3,8 Milliarden Jahren. Die ersten Organismen waren Bakterien, die mitunter mächtige Matten und Polster bildeten – die Stromatolithen. Lange dachte man, dass diese Bakterienwelt erst vor 580 Millionen Jahren durch die mehrzelligen Lebewesen der Ediacara-Fauna abgelöst wurde.

Die sensationelle Entdeckung der Gabonionta veränderte unser Verständnis der Evolution des Lebens fundamental und verschob den bekannten Beginn der Vielzelligkeit um mehr als 1,5 Milliarden Jahre.

Ab 12. März werden die Gabonionta im NHM Wien – als erstes Museum weltweit – ausgestellt. In zwei Vitrinen werden im Saal 6 die am besten erhaltenen Objekte präsentiert, um die Vielfalt dieses ältesten bekannten Ökosystems zu dokumentieren. Videos zeigen virtuelle 3D-Rekonstruktionen mehrerer Individuen. Diese Animationen basieren auf Micro-CT-Daten und erlauben sensationelle Einblicke in den Innenaufbau von Organismen.

Rückfragehinweis:

Mag. Irina Kubadinow
Leitung Kommunikation & Medien,
Pressesprecherin
Tel.: + 43 (1) 521 77 DW 410
Mobil: ++43 (0) 664 415 28 55
irina.kubadinow@nhm-wien.ac.at

Mag. Verena Randolf
Abteilung Kommunikation & Medien
Pressereferentin
Tel.: + 43 (1) 521 77 DW 411
Mobil: + 43 (0) 664 621 16 140
verena.randolf@nhm-wien.ac.at

Nähere Information

Die Gabonionta und der Ursprung des Lebens

Früheste geochemische Hinweise auf Leben stammen aus metamorphen Gesteinen in Westgrönland. Kohlenstoffsignaturen in Graphit mit geringen Anteilen des stabilen Kohlenstoffisotops C^{13} lassen vermuten, dass hier Lebewesen während ihres Stoffwechsels bevorzugt das leichtere Kohlenstoffisotop C^{12} einbauten.^[1] Die ältesten körperlich erhaltenen Fossilien sind wesentlich jünger und blieben als Mikrobenmatten in 3,48 Milliarden Jahren alten Gesteinen in Australien erhalten.^[2] Derartige Lebensgemeinschaften aus Bakterien und Archaeen, die als Stromatolithe mitunter mächtige Matten und Polster bildeten, blieben die dominante Lebensform des Archaikums. Fossile Eukaryoten, die sich von den Prokaryoten durch einen Zellkern und Organellen unterscheiden, sind rund 1,8 Milliarden Jahre alt.^[3] Dieses proterozoische Entstehungsalter wurde auch durch „multigene molecular clock Analysen“ rezenter Eukaryota bestätigt.^[4] Tatsächlich könnten die Eukaryoten dennoch schon wesentlich früher wichtige Elemente der Biosphäre gewesen sein, da ihre charakteristischen Biomarker in den 2,7 Milliarden Jahre alten Kohlenwasserstoffen des Pilbara-Kratons in Australien nachweisbar sind.^[5] Die Entstehung der Mehrzelligkeit, als nächste Revolution der Biosphäre, ist ebenfalls schwer zu fassen. Mehrfach dürfte sie unabhängig in verschiedenen Domänen des Lebens entstanden sein.^[6] Einfache Formen der Mehrzelligkeit, in der einzelne Zellen mit anderen kommunizieren, sind sogar bei Cyanobakterien belegt.^[7] Obwohl die Mehrzelligkeit somit seit dem frühen Proterozoikum bekannt ist, war es bisher *common-sense*, den Sprung in die makroskopische Welt der Mehrzelligkeit mit dem wesentlich späteren Erscheinen der Ediacara-Fauna vor etwa 580 Millionen Jahren anzusetzen. Nun revolutionierten Abderrazak El Albani und sein Team^[8] dieses Bild durch die Entdeckung makroskopischer, kolonial lebender, mehrzelliger Lebewesen aus 2,1 Milliarden Jahre alten Sedimenten Gabuns – der Gabonionta.

Evolutionsmotor Sauerstoff

Aus geochemischer Sicht ist das Timing der Entstehung der Gabonionta kein Zufall. Sie folgt einer der größten Umwälzungen der Erdgeschichte: dem „Great Oxidation Event“ (GOE). Vor 2,4-2,3 Milliarden Jahren, während der Huronischen Eiszeit, sammelte sich erstmals freier Sauerstoff in der Atmosphäre. Verursacher dieses gewaltigen Umbruchs war höchstwahrscheinlich das Leben selbst. Oxygene Fotosynthese durch Cyanobakterien setzte sich seit etwa 3,1, jedenfalls aber seit 2,7 Milliarden Jahren als effizienter Stoffwechsel durch.^[9] Im Ozean wurde der erstmals frei verfügbare Sauerstoff durch Fe^{2+} und organische Moleküle sofort chemisch fixiert; in der frühen Atmosphäre reagierte er mit den reduzierten Mineralien der Lithosphäre. Erst als Ozean und Lithosphäre oxidiert waren, konnte Sauerstoff in der Atmosphäre akkumulieren. Noch war die Atmosphäre allerdings reich an Methan. Dieses durch Bakterien generierte Treibhausgas agierte als ein weiterer Puffer für molekularen Sauerstoff, da es unter UV-Strahlung rasch zu CO_2 und Wasser oxidiert. Als all diese Sauerstoff verbrauchenden Reaktionen in Hydro-, Litho- und Atmosphäre zu erliegen gekommen waren, konnte das GOE die Welt verändern. Der sprunghafte Anstieg des molekularen Sauerstoffs in der Atmosphäre am Beginn des GOE lässt viele Forscher aber an diesem gradualistischen Modell zweifeln. Ein Schlüssel zum Verständnis dürfte die Ozeanchemie und insbesondere die Verfügbarkeit von Metall-Ionen gewesen sein, die in vielen Mikroorganismen als Bestandteile von Enzymen und Co-Enzymen den Stoffwechsel steuern. So waren vor dem GOE methanogene Mikroorganismen sehr erfolgreich, da Nickel als essentieller Bestandteil eines Co-Enzyms im Übermaß zur Verfügung stand.^[10] Erst durch die Abkühlung der Lithosphäre wurde weniger Nickel durch Vulkanismus für die Biosphäre eingebracht und die biologische Methanogenese wurde gehemmt; mehr freier Sauerstoff konnte sich sammeln. Auch Molybdän war ein limitierender Faktor. Es spielt eine entscheidende Rolle bei der Stickstofffixierung von Cyanobakterien und ist somit auch wesentlich für die Fotosyntheseleistung eines Ökosystems.^[11] Im sauerstoffarmen, aber sulfidreichen Ozean vor dem GOE war es vorwiegend als Molybdänsulfid gebunden und damit dem Leben nicht zugänglich. Mit dem allmählichen Anstieg des Sauerstoffgehalts im Wasser wurde Molybdän vermehrt auch als oxidiertes, gut lösliches Molybdät-Ion verfügbar und ein positiver, Sauerstoff produzierender Feedbackmechanismus setzte ein.^[12] Zusätzlich förderten die Bildung hunderter neuer Mineralien unter Sauerstoffsättigung und die völlig neue Verwitterungschemie, die neue Nährstoffe mobilisierte, die ozeanische Nettoprimärproduktion – und somit den Sauerstoffoutput.^[13] Das resultierende Sauerstoffhoch war wahrscheinlich die Vorbedingung für Evolution und Erfolg der Gabonionta.

Komplexe Formen und koordiniertes Wachstum

Bis zur Entdeckung der Gabonionta waren nur zwei potentielle Kandidaten für makroskopische Vielzelligkeit bekannt: *Grypania spiralis*, eine spiral- und fadenförmige, mehrere Zentimeter lange Struktur, die ab 2,1 Milliarden Jahren in Indien, China und Nord-Amerika nachweisbar ist^[3, 14], und die an eine Perlschnur erinnernde *Horodyskia* aus 1,5 Milliarden Jahre alten Sedimenten Montanas und Australiens.^[15] Während *Grypania* vorwiegend als eukaryote Alge interpretiert wird^[14], könnte *Horodyskia* ein früher Pilz sein.^[15] Beide Organismen sind morphologisch wenig komplex und erinnern auch an makroskopische Archaeen-Bakterien-Gemeinschaften.^[3] Diese Interpretation ist für die Gabonionta aufgrund ihrer komplexen Morphologie auszuschließen. Über 450 Individuen aus 45 verschiedenen Horizonten wurden bis jetzt geborgen. Die bis zu 17 cm großen Fossilien lassen sich klar in Morphotypen gliedern. Es gibt Formen mit mehr oder weniger kreisförmigem Umriss und gestreckte Typen, die an abgeflachte Würmer erinnern. Noch ist ungeklärt, ob die verschiedenen Formen unterschiedliche Arten repräsentieren oder ob es sich um eine einzige sehr variable Art handelt. Da sich die morphologischen Typen gut unterscheiden lassen, dürfte es sich aber um zahlreiche Arten handeln. Um den internen Aufbau zu dokumentieren, untersuchten El Albani und sein Team die Objekte in einem Mikro-CT. Die so gewonnenen Daten gestatteten eine virtuelle 3D-Rekonstruktion und offenbarten den gemeinsamen Bauplan der Gabonionta. Typisch ist ein ellipsoider oder kugeliger Zentralkörper. Dieser war anscheinend flexibel und zeigte häufig mehrere Falten. Die Faltung dürfte auf postmortale Verformung des gelatinösen Zentralkörpers zurückzuführen sein. Dieser Zentralkörper ist von einem Saum umgeben, der eine deutliche radiale Struktur aufweist und in einem gelappten Rand endet. Der komplexe Aufbau wurde von El Albani als geologisch ältester Hinweis auf koordiniertes Wachstum und interzelluläre Kommunikation gedeutet.

Der Fundort liegt nur wenige Kilometer nordwestlich von Franceville im gleichnamigen Becken, in dem sich die Paläoproterozoischen Sandsteine und Silt/Tonsteine der Franceville-Gruppe über 35 000 km² erstrecken. Die Fossilien stammen aus schwarzen, geschichteten Tonsteinen, die küstennah in einem Flachmeer abgelagert wurden. Viele der Gesteinsplatten zeigen zahlreiche Fossilien in-situ mit einer Dichte von bis zu 40 Individuen pro m².^[8] Anscheinend lebten die Gabonionta in dichten Kolonien am flachen Meeresboden. Die als Druck und Gegendruck erhaltenen Fossilien sind in Pyrit und Eisenoxide umgewandelt. Diese Erhaltung erlaubte es dem Team um El Albani, geochemisch auszuschließen, dass es sich um abiogene Strukturen handeln könnte. Massenspektrometrische Analysen der Schwefelisotope der Pyritkristalle zeigten sehr leichte $\delta^{34}\text{S}$ Werte innerhalb der Fossilien. Diese Signaturen deuten darauf hin, dass die Pyritisierung fröhdiagenetisch durch Sulfat reduzierende Schwefelbakterien induziert wurde. Zusätzlich zeigte der organische Kohlenstoff innerhalb der Fossilien andere C¹³ Signaturen als das Umgebungssediment.^[8]

Das Ende des Experiments

Das Zeitfenster für die Evolution der Gabonionta war somit eng an das Great Oxidation Event gebunden.^[8] Auch ihr Verschwinden dürfte wesentlich mit der Entwicklung der Atmosphäre verknüpft gewesen sein. Nur etwa 100 Millionen Jahre nach dem Aufblühen der Gabonionta sank der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre drastisch ab.^[16] Wieder geben die proterozoischen Meeressedimente des Franceville-Beckens in Gabun den entscheidenden Hinweis. In den Abfolgen, die mit 2,15 bis 2,08 Milliarden Jahren bereits deutlich jünger als die Schichten mit den Gabonionta sind, konnte 2013 ein Team um Donald E. Canfield und Abderrazak El Albani einen raschen Umbruch von sauerstoffreichem Tiefwasser zu euxinischen Bedingungen nachweisen.^[16] Diese Sauerstoffkrise folgt einer globalen Phase, in der große Mengen an organischem Kohlenstoff in den Sedimenten gebunden wurden – dem Lomagundi Event. Geochemischen Ausdruck findet diese Phase in der stärksten positiven ¹³C-Abweichung der Erdgeschichte.^[17] Der markante Anstieg der Nettoprimärproduktion dürfte auf die oxidative Verwitterung der Lithosphäre und der damit einhergehenden Mobilisierung von Nährstoffen wie Phosphor zurückzuführen sein.^[18] Daher entstanden während des Lomagundi Events auch die ersten marinen Sulfat- und Phosphatlagerstätten. Als die Sedimente, die während des etwa 100 Millionen Jahre andauernden Lomagundi Events akkumulierten, durch tektonische Prozesse wieder der Verwitterung ausgesetzt wurden, bedeutete der darin gespeicherte organische Kohlenstoff eine gewaltige Senke für den atmosphärischen Sauerstoff.^[16] Damit begann für das System Erde eine stabile, oft als „Boring Billion“ bezeichnete Phase, die erst mit den extremen Klimaschwankungen der Snowball-Earth Phase endete.

Die Ausstellung

Trotz ihrer Bedeutung für die Evolution des Lebens waren die Fossilien aus Gabun bisher noch nie öffentlich zugänglich. Das Naturhistorische Museum in Wien gibt nun vom 12. März bis zum 30. Juni 2014 erstmals einen Einblick in die Welt der Gabonionta. Ermöglicht wurde die Ausstellung dank der Kooperationsbereitschaft von Prof. Dr. Abderrazak El Albani von der Universität Poitiers-CNRS, und durch Vermittlung von Dr. Jean-Luc Steffan, dem Attaché für Wissenschafts- und Hochschulkooperation der Französischen Botschaft in Wien.

In zwei Vitrinen werden in Saal 6 die am besten erhaltenen Objekte präsentiert, um die Vielfalt dieses ältesten bekannten komplexen Ökosystems zu dokumentieren. Videos zeigen virtuelle 3D-Rekonstruktionen mehrerer Individuen. Diese Animationen basieren auf Micro-CT-Daten und erlauben sensationelle Einblicke in den Innenaufbau der Organismen. Wer vertiefende Informationen sucht, findet diese in einem 40-minütigen Film der Universität Poitiers, in dem neben Interviews mit Fachleuten auch Aufnahmen der Fundstelle zu sehen sind. Der Film wurde von Studierenden des Institutes für Translationswissenschaft der Universität Innsbruck unter der Leitung von Mag. Martina Mayer aus dem Französischen ins Deutsche übersetzt und anschließend mit Hilfe zahlreicher Freiwilliger ebenfalls an der Universität Innsbruck in deutscher Fassung vertont. Dieses Übersetzungsprojekt wurde unter der Schirmherrschaft des Frankreich-Schwerpunkts der Universität Innsbruck und in Kooperation mit der Französischen Botschaft in Wien bzw. dem Institut français de Vienne durchgeführt.

Die Ausstellung wird von Mitarbeitern der Geologisch-Paläontologischen Abteilung des NHM gemeinsam mit Prof. Dr. Abderrazak El Albani kuratiert.

Literatur:

- 1 Ohtomo, Y., Kakegawa, T., Ishida, A., Nagase, T., Rosing, M.T. 2014. Evidence for biogenic graphite in early Archaean Isua metasedimentary rocks. *Nature Geoscience*, 7, 25-28.
- 2 Noffke, N., Christian, D., Wacey, D., Hazen, R.M. 2013. Microbially induced sedimentary structures recording an ancient ecosystem in the ca. 3.48 billion-year-old Dresser Formation, Pilbara, Western Australia. *Astrobiology*, 13, 1103-1124.
- 3 Knoll, A.H., Javaux, E.J., Hewitt, D., Cohen, P. 2006. Eukaryotic organisms in Proterozoic oceans. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 361, 1023–1038.
- 4 Parfrey, L.W., Lahr, D.J., Knoll, A.H., Katz, L.A. 2011. Estimating the timing of early eukaryotic diversification with multigene molecular clocks. *PNAS*, 108, 13624-13629.
- 5 Brocks, J.J., Logan, G.A., Buick, R., Summons, R.E. 1999. Archean Molecular Fossils and the Early Rise of Eukaryotes. *Science*, 285, 1033-1036.
- 6 Grosberg, R.K., Strathmann, R.R. 2007. The evolution of multicellularity: A minor major transition? *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 38, 621–654.
- 7 Schirmermeister, B.E., de Vos, J.M., Antonelli, A., Bagheri, H.C. 2013. Evolution of multicellularity coincided with increased diversification of cyanobacteria and the Great Oxidation Event. *PNAS*, 110, 1791-1796.
- 8 El Albani, A., Bengtson, S., Canfield, D.E., Bekker, A., Macchiarelli, R., Mazurier, A., Hammarlund, E.U., Boulvais, P., Dupuy, J.J., Fontaine, C., Fürsich, F.T., Gauthier-Lafaye, F., Janvier, P., Javaux, E., Ossa, F.O., Pierson-Wickmann, A.C., Riboulleau, A., Sardini, P., Vachard, D., Whitehouse, M., Meunier, A. 2010. Large colonial organisms with coordinated growth in oxygenated environments 2.1 Gyr ago. *Nature*, 466, 100-104.
- 9 Flannery, D.T., Walter, R.M. 2012. Archean tufted microbial mats and the Great Oxidation Event: new insights into an ancient problem. *Australian Journal of Earth Sciences*, 59, 1-11.
- 10 Konhauser, K.O., Pecoits, E., Lalonde, S.V., Papineau, D., Nisbet, E.G., Barley, M.E., Arndt, N.T., Zahnle, K., Kamber, B.S. 2009. Oceanic nickel depletion and a methanogen famine before the Great Oxidation Event. *Nature*, 458, 750–753
- 11 Schwarz, G., Mendel, R.R., Ribbe, M.W. 2009. Molybdenum cofactors, enzymes and pathways. *Nature*. 460, 839–847.
- 12 Scott, C., Lyons, T.W., Bekker, A., Shen, Y., Poulton, S.W., Chu, X., Anbar, A.D. 2008. Tracing the stepwise oxygenation of the Proterozoic ocean. *Nature*, 452, 456-459.
- 13 Hazen, R.M. 2010. Evolution of Minerals. *Scientific American*, 303, 58-65.
- 14 Han, T.M., Runnegar, B. 1992. Megascopic eukaryotic algae from the 2.1-billion-year-old neogee iron-formation, Michigan. *Science*, 257, 232-235.
- 15 Retallack, G.J., Dunn, K.L., Saxby, J. 2013. Problematic Mesoproterozoic fossil *Horodyskia* from Glacier National Park, Montana, USA. *Precambrian Research*, 226, 125-142.
- 16 Canfield, D.E., Ngombi-Pemba, L., Hammarlund, E.U., Bengtson, S., Chaussidon, M., Gauthier-Lafaye, F., Meunier, A., Riboulleau, A., Rollion-Bard, C., Rouxel, O., Asael, D., Pierson-Wickmann, A.C., El Albani, A. 2013. Oxygen dynamics in the aftermath of the Great Oxidation of Earth's atmosphere. *PNAS*, 110, 16736-16741.
- 17 Maheshwari, A., Sial, A.N., Gaucher, C., Bossi, J., Bekker, A., Ferreira, V.P., Romano, A.W. 2010. Global nature of the Paleoproterozoic Lomagundi carbon isotope excursion: A review of occurrences in Brazil, India, and Uruguay. *Precambrian Research*, 182, 274-299.
- 18 Bekker, A., Holland, H.D. 2012. Oxygen overshoot and recovery during the early Paleoproterozoic. *Earth and Planetary Science Letters*, 317, 295-304.

Information:

Öffnungszeiten:

Do–Mo, 9.00–18.30 Uhr | Mi 9.00–21.00 Uhr | Di geschlossen

Anfahrt:

U-Bahnlinien U2, U3 | Autobuslinien 2A, 48A
Straßenbahnlinien 1, 2, D, 46, 49

Eintritt:

| | |
|---|-----------------|
| Erwachsene | € 10,00 |
| bis 19 Jahre & Freunde des NHM | freier Eintritt |
| Ermäßigungsberechtigte | € 8,00 |
| Gruppen (ab 15 Personen) pro Person | € 8,00 |
| Studenten, Lehrlinge, Soldaten & Zivildienstler | € 5,00 |
| Jahreskarte | € 27,00 |

Informationen:

info@nhm-wien.ac.at
www.nhm-wien.ac.at
Tel. +43 1 521 77

Über das Naturhistorische Museum Wien

Eröffnet im Jahr 1889 ist das Naturhistorische Museum Wien mit etwa 30 Millionen Sammlungsobjekten und mehr als 750.000 Besucherinnen und Besuchern im Jahr eines der bedeutendsten naturwissenschaftlichen Museen der Welt. Seine frühesten Sammlungen sind über 250 Jahre alt, berühmte und einzigartige Exponate, etwa die 25.000 Jahre alte Venus von Willendorf, die vor über 200 Jahren ausgestorbene Stellersche Seekuh, riesige Saurierskelette sowie die weltweit größte und älteste Meteoritenschasammlung mit dem jüngsten spektakulären Neuzuwachs, dem Marsmeteoriten „Tissint“, und die neue anthropologische Dauerausstellung zum Thema „Mensch(en) werden“ zählen zu den Höhepunkten eines Rundganges durch 39 Schausäle.

In den Forschungsabteilungen des Naturhistorischen Museums Wien betreiben etwa 60 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aktuelle Grundlagenforschung in den verschiedensten Gebieten der Erd-, Bio- und Humanwissenschaften. Damit ist das Museum wichtiges Kompetenzzentrum für öffentliche Fragen und eine der größten außeruniversitären Forschungsinstitutionen Österreichs.

Ein Imagevideo des NHM Wien finden Sie hier: www.youtube.com/watch?v=Fwxf6LejQ2Y

Weitere Infos unter: www.nhm-wien.ac.at

Pressebilderübersicht (1/4)



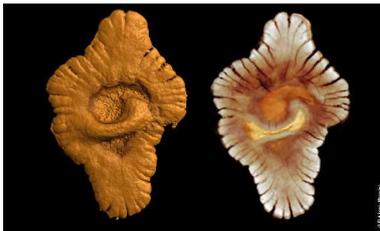
Computertomographie und Rekonstruktion der Gabonionta

© Abderrazak El Albani, University of Poitiers



Computertomographie und Rekonstruktion der Gabonionta

© Abderrazak El Albani, University of Poitiers



Computertomographie und Rekonstruktion eines 35 mm langen Individuums

© Abderrazak El Albani, University of Poitiers



Die „Gabonionta“ im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Alice Schumacher



Die „Gabonionta“ im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Alice Schumacher

Pressebilderübersicht (2/4)



Die „Gabonionta“ im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Alice Schumacher



Die „Gabonionta“ im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Alice Schumacher



Die „Gabonionta“ im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Alice Schumacher



Die „Gabonionta“ im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Alice Schumacher

Pressebilderübersicht (3/4)



Die „Gabonionta“ in Transportkisten

© NHM Wien, Alice Schumacher



Die „Gabonionta“ in Transportkisten

© NHM Wien, Alice Schumacher



Gesteinsplatte mit zahlreichen Individuen; Bildbreite 30 cm

© Abderrazak El Albani, University of Poitiers



Die Gabonionta

© Abderrazak El Albani, University of Poitiers



Zwei Fossilien auf Gestein; deutlich ist der Aufbau aus Zentralkörper und Saum zu erkennen; Bildbreite ca. 5 cm

© Abderrazak El Albani, University of Poitiers

Pressebilderübersicht (4/4)



Die Fundstelle nahe Franceville in Gabun.

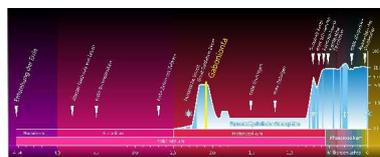


Prof. El Albani mit Kollegen bei der Geländearbeit
© Abderrazak El Albani, University of Poitiers



Prof. El Albani mit Arbeitern im Franceville-Becken

© Abderrazak El Albani, University of Poitiers



Meilensteine der Evolution und der Entwicklung der Atmosphäre

© NHM Wien