

Chemnitzer Geschichtskalender



Online-Plattform der Professur Geschichte Europas im Mittelalter und in der Frühen Neuzeit an der
Technischen Universität Chemnitz
www.geschichtskalender.eu
(ISSN: 2568-9304)

Kalenderblatt April 2019

Der Wald aus Stein unter Chemnitz – einzigartiges „Pompeji des Erdaltertums“

Ronny Rößler, Museum für Naturkunde Chemnitz

Versteinerte Hölzer zählen zu den wertvollsten fossilen Überlieferungen der Erd- und Lebensgeschichte, nicht nur wegen ihrer oftmals schmucksteinartigen Attraktivität und Farbigkeit, sondern auch, weil sie dem Betrachter Einblicke bis auf die Zellebene und damit selbst in Lebensweise und –raum längst vergangener Zeiten gewähren. Mit mineralischer Substanz für Jahrtausende konserviert dokumentieren sie ihr Wachstum, Standort- und Klimabedingungen ihres ehemaligen Habitats und sogar die Interaktion mit anderen Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen.

Chemnitz ist bei versteinerten Hölzern ein weltweit mehrfach herausragender Fundort, denn hier wurden Teile eines ganzen Ökosystems aus einer Zeit vor 291 Millionen Jahren in-situ überliefert. In Chemnitz werden diese einzigartigen Sachzeugen der Erd- und Lebensgeschichte seit mehr als 200 Jahren erforscht sowie seit Gründung der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1859 auch dem öffentlichen Diskurs zugänglich gemacht und mehrfach im Stadtbild präsentiert. Aufgrund erster Erwähnungen versteinerter Hölzer durch den Chemnitzer Bürgermeister Georgius Agricola (1494–1555) ist seit dem Mittelalter bekannt, dass die heute 875jährige sächsische Großstadt auf einem steinernen Wald gegründet wurde. Doch erst jüngst gelang der Durchbruch, dieses Archiv des Lebens zu öffnen und einen Teil der überlieferten Information zu entschlüsseln. Während Mitte des 18. Jahrhunderts die farbig versteinerten Baumfarne noch beliebter Schmuck am sächsischen Hofe und in anderen europäischen Residenzen waren, bestimmten die Chemnitzer Pflanzenfossilien zu Beginn des 19. Jahrhunderts maßgeblich die entstehende Wissenschaft der Paläobotanik. Doch es sollten weitere Jahrhunderte vergehen, bis im geologischen Untergrund der Stadt neben versteinerten Bäumen die ersten Tiere des fossilen Waldes entdeckt wurden und aus Zufallsfunden das weltweit vollständigste Ökosystem des Perms, jenes Zeitraums der Erdgeschichte vor 299 bis 252 Millionen Jahren, wurde.

Die Fossilagerstätte des Versteinerten Waldes von Chemnitz entstand infolge explosiver Vulkanausbrüche, bei denen es zur plötzlichen Verschüttung und Konservierung eines ganzen Lebensraumes kam. Dieses „Pompeji des Perms“ wird derzeit durch wissenschaftliche Grabungen des Museums für Naturkunde im Stadtgebiet von Chemnitz punktuell erschlossen. Neben der faszinierenden Attraktivität für die Öffentlichkeit, Paläontologen bei ihrer Arbeit über die Schulter schauen zu können, werden hier die Beziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt in Zeiten drastischer Umweltveränderungen erforscht. Dafür wurde ein internationales Team von Geologen, Paläontologen, Evolutionsbiologen, Zoologen und Geoökologen formiert. Das unmittelbar vor unserer Haustür dokumentierte Ereignis bietet die besondere Chance, in geologischen Archiven den Übergang von einem Kühlhaus- zu einem Treibhaus-Klima der Erde zu analysieren und dadurch einen Beitrag zur Diskussion heutiger Klimaveränderungen zu leisten. Das Studium der vielfältigen Reaktionen der belebten Umwelt auf klimatische Schwankungen und Veränderungen unterschiedlicher Intensitäten ist dafür von besonderem Interesse. So wie die heutige Artenvielfalt und -verbreitung als Ergebnis von Jahrtausenden Entwicklung Rückschlüsse auf Mechanismen der Evolution zulässt, so besitzen fossile Dokumente der Erdgeschichte eine herausragende Bedeutung für die Vorhersagbarkeit künftiger Klima- und Ökosystementwicklungen. Der dafür erforderliche Einblick in erdgeschichtliche Stoffkreisläufe, das Verständnis des Werdens und Vergehens von Lebensräumen und deren Toleranz gegenüber Störungen oder Langzeit-Veränderungen bis hin zur Möglichkeit der Regeneration nach katastrophalen Einschnitten in die Lebenswelt rücken immer

mehr in den Fokus der Wissenschaft. Da der Mensch die ihn umgebende Natur bereits tiefgreifend verändert hat, eröffnet sich nur in fossilen Ökosystemen die Möglichkeit, natürliche Dynamik und Steuerungsmechanismen zu erforschen und zu verstehen.

In Chemnitz-Hilbersdorf geben 53 noch aufrecht an ihren Wuchsorten stehende und im Paläoboden wurzelnde Bäume auf 18 x 24 m² Grabungsfläche Einblick in einen einzigartigen Lebensraum, der nicht nur eine dichte, Feuchtigkeit liebende Vegetation beherbergte, sondern auch eine reiche Fauna. Der Fossilbericht umfasst neben den Pflanzen auch Wirbeltiere, Gliederfüßer und Schnecken. Fünf Skelette hoch spezialisierter Pelycosaurier wurden gefunden, und erstmals zeigen derartige Reste sogar Hauterhaltung. Diese frühen Säugetier-Ahnen mit Krallen an den Zehen offenbaren eine Lebensweise als Baumkletterer und belegen die Erschließung des Lebensraumes Wald auch zunehmend in der Vertikalen. Zudem charakterisieren mindestens drei verschiedene Gruppen von Amphibien den Lebensraum als wechselfeucht. Von Tausendfüßern, nur wenige Zentimeter groß, konnten Kotpillen belegt werden, die exakt über deren pflanzliche Nahrung Auskunft geben. Ferner wissen wir jetzt, dass Arthropleura, der größte jemals auf der Erde lebende terrestrische Gliederfüßer, über mindestens 40 Millionen Jahre existiert haben muss, denn neben den weltweit ältesten Zeugnissen im Unterkarbon von Chemnitz-Borna stammen nun auch die jüngsten Funde aus Chemnitz. Nur ca. 10 Millimeter kleine gepanzerte Spinnentiere, die letzten ihrer im Perm aussterbenden Ordnung, ein Geißelskorpion und schließlich die ersten Skorpione aus dem Zeitalter des Perms weltweit. Ein Pärchen von ca. 12 cm großen Skorpionen und einzelne Häutungsreste wurden unmittelbar in ihrem Habitat überliefert – einer selbst gegrabenen Höhle im Wurzelwerk der Bäume. Erstmals in der langen Forschungsgeschichte beruhen Funde auf exakten Lagedaten und gestatten die 3D-Modellsimulation des Lebensraumes als zunehmend wichtiges Erkenntniswerkzeug der Paläontologie. Das detaillierte Studium der Fossilien trägt nicht nur zur Beantwortung ungelöster Fragen der Entwicklung von Biotopen in den noch unzureichend verstandenen, dynamischen und von Klimaextremen gekennzeichneten Lebensräumen des Perms bei. Mit der Rekonstruktion des vulkanischen Geschehens und der Fossilisationsprozesse entsteht ferner die Möglichkeit, die Paläoumwelt mit ihren Bestandteilen Boden, Vegetation und Begleitfauna erstmals im Komplex zu analysieren. So erlangen wir ein umfassenderes Bild von den Lebensräumen im Vorfeld des größten Aussterbeereignisses der Erdgeschichte an der Perm/Trias-Grenze, vor ca. 252 Millionen Jahren, aber auch von den Nahrungsbeziehungen und der Evolutionsstufe der Organismen.

Organische Überreste sind in den Tuffgesteinen unterschiedlich versteinert, im Idealfall mit erhaltener Gewebestruktur. Betrachten wir die zellgenau überlieferten fossilen Bäume, so denken wir heute nicht mehr an erster Stelle an sie als die Schmucksteine unserer Vorfahren. Die hölzernen Urwaldriesen, bis 30 m hoch und von über 5 m Umfang, weisen Jahresringe auf – gewachsenes

zyklisches Verhalten auf klimatische Schwankungen. Wie haben diese einzigartigen Archive der Natur die Umweltveränderungen zu Lebzeiten der Bäume im Vorfeld des Vulkanausbruchs aufgezeichnet? Dieser Frage sind wir nachgegangen und haben dafür die für die jüngste erdgeschichtliche Vergangenheit entwickelten Methoden der Dendrochronologie mit überraschendem Erfolg im Perm getestet. Erstmals ein Stück der vierten (zeitlichen) Dimension in dem dreidimensional überlieferten Ökosystem zu erfassen war nicht nur eine ungeheure Faszination. Das Ziel, kurzzeitige paläoklimatische Ereignisse und Prozesse auch in länger zurückliegenden Abschnitten der Erdgeschichte erkennen und ihre Ursachen interpretieren zu können, schien plötzlich erreichbar. Nach Auslesen der im Holz angelegten natürlichen Datenspeicher stand fest, dass wir Zugriff auf ca. 80 Lebensjahre der Bäume erhalten können, denn bis zu 80 Zuwachszonen waren erkennbar unter den 43 ausgewählten, besterhaltenen fossilen Bäumen. Die Vielfalt der auswertbaren mehrjährigen Pflanzen (Nadelbäume, Nadelbaum-Verwandte, Farnsamer und baumförmige Schachtelhalmgewächse) kam vor allem zum Ausdruck in ihrer unterschiedlichen Reaktion auf Umwelteinflüsse am selben Standort: Wachstumsgeschwindigkeiten, Sensitivitäten und Anpassungen variierten signifikant, gestatteten aber die zweifelsfreie Korrelation der Jahresring-Sequenzen untereinander. Als Nebenprodukt dieses Vergleichs konnte das seit Langem vermutete Totholz im Wald als solches nachgewiesen werden, da bei diesem das Wachstum bereits Jahre vor der einbettenden Vulkankatastrophe endete. Die sensitivsten und hinsichtlich ihrer Wuchsgeschwindigkeit variabelsten Bäume, die Farnsamer, zeigen vor allem sogenannte Ereignisringe – Zeugnisse einschneidender, kurzzeitiger Umwelteinflüsse, wie z.B. extrem trockene Jahreszeiten, auf die offensichtlich mit Laubwurf und abruptem Wachstumsstopp reagiert wurde. Als Beispiel eines besonders schwerwiegenden Ereignisses konnte an einem Schachtelhalm-Baum ein Blitzeinschlag nachgewiesen werden. Die am Fossil erkennbaren Zerstörungen und Veränderungen bis hin zur Kallusbildung und Wundheilung im Laufe der folgenden 12 Jahre wurden erstmals an einem versteinerten Baum identifiziert.

Eine wichtige Frage im Zusammenhang mit der Analyse der regulären Zuwachszonen betrifft ihren jährlichen Charakter. Er konnte anhand morphologischer Merkmale und Ringbreiten im Vergleich zu heutigen Bäumen entsprechender Klimate verifiziert werden. Im Ergebnis konstatieren wir für die Zuwachszonen der fossilen Bäume jeweils eine Wachstumssaison pro Jahr. Und dieser Befund stimmt mit den paläoklimatologischen und paläoökologischen Resultaten geochemischer und mikromorphologischer Untersuchungen im Paläoboden überein. Das fossile Substrat, in dem die Stämme bis heute mit ihren Wurzeln verankert sind, ist ein weiterer natürlicher Datenspeicher, der die prägendsten Umweltbedingungen überliefert hat. Hier fanden sich kugelige mineralische Ausfällungen, die eine enge Verwachsung von Karbonat und Eisenoxid zeigen, wie sie heute in Böden monsunaler Regionen der Erde vorkommen und eine ausgeprägte Saisonalität anzeigen. Damit

konnte der zyklische Wechsel feuchter und trockener Phasen anhand mehrerer voneinander unabhängiger Evidenzen belegt werden. Unerwartet war die relativ geringe Verwitterung mineralischer Komponenten im Paläoboden, aus welcher auf geochemischem Wege ein Jahresniederschlag von ca. 800-1100 mm ermittelt werden konnte.

Neben den sich entwickelnden Interaktionen der Organismen untereinander ist die Veränderung von Ökosystemen in der Erdgeschichte eng gepaart mit den Einflüssen und Veränderungen der abiotischen, d. h. leblosen Umwelt. Einige davon sind sogar extraterrestrischer Natur. So konnte aus der Korrelation der Jahresring-Sequenzen ausgewählter versteinertes Bäume eine Mittelwertkurve gewonnen werden, die eine regelmäßige Zyklizität von 10,6 Jahren mit hoher statistischer Signifikanz aufweist. Wir vergleichen dieses Muster mit dem 11-jährigen Sonnenzyklus, der nachweislich auf atmosphärische Zirkulationssysteme Einfluss nimmt und damit klimatische Effekte erzielt. Folgt man dieser Argumentation, so erhält man den bislang ältesten dendrochronologischen Nachweis des 11-jährigen Zyklus der Sonnenfleckenaktivität in der Erdgeschichte. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang der Fakt, dass dieser kleinste, sog. Schwabe-Zyklus bereits vor ca. 291 Millionen Jahren eine vergleichbare zeitliche Wiederkehr aufwies.

Der enorme Kenntniszuwachs während der letzten 10 Jahre darf nicht darüber hinweg täuschen, dass viele wissenschaftliche Fragen noch unbeantwortet sind, neuer Funde bedürfen und innovativer Methoden ihrer Erforschung. Jahrhunderte alte und neue Sammlungen, zusammengetragen und akribisch erschlossen von Freizeitforschern und Berufspaläontologen werden auch künftig eine unerschöpfliche Ressource bilden zur Erkenntnis erd- und lebensgeschichtlicher Zusammenhänge. Notwendigerweise wird dieser Prozess vom Citizen-Science-Netzwerk vor Ort bis zum weitgespannten internationalen Kooperationsverbund von Wissenschaftlern getragen werden.

Literatur

- Barthel, M. (2001): Faszination Versteinertes Holz – die Historie. In: Rößler, R. (Hrsg.) (2001): Der Versteinerte Wald von Chemnitz. Katalog zur Ausstellung Sterzeleanum. – S. 10–69, Chemnitz (Museum für Naturkunde).
- Dunlop, J. A. & Rößler, R. (2013): The youngest trigonotarbid, from the Permian of Chemnitz in Germany. – *Fossil Record*, 16: 229–243.
- Dunlop, J. A.; Legg, D. A.; Selden, P. A.; Vet, V.; Schneider, J. W. & Rößler, R. (2016): Permian scorpions from the Petrified Forest of Chemnitz, Germany. – *BMC Evolutionary Biology*, 16:72.
- Kogan, I. (2016): Erdgeschichte im Schaufenster: 140 Jahre naturwissenschaftliches Museum in Chemnitz. – *Veröff. Mus. Naturkunde Chemnitz*, 39: 5–32.
- Luthardt, L.; Rößler, R. & Schneider, J.W. (2016): Palaeoclimatic and site-specific conditions in the early Permian fossil forest of Chemnitz – Sedimentological, geochemical and palaeobotanical evidence. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 441: 627–652.
- Luthardt, L. & Rößler, R. (2017): Fossil forest reveals sunspot activity in the early Permian. – *Geology*, 45 (3): 279–282.
- Luthardt, L.; Rößler, R. & Schneider, J. W. (2017): Tree-ring analysis elucidating palaeo-environmental effects captured in an in situ fossil forest – the last 80 years within an Early Permian ecosystem. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 487: 278–295.
- Luthardt, L.; Merbitz, M.; Rößler, R. (2018): Severe growth disturbances in an early Permian calamite – traces of a lightning strike? – *Palaeontographica Abt. B*, 297 (4-6).
- Rößler, R.; Zierold, T.; Feng, Z.; Kretzschmar, R.; Merbitz, M.; Annacker, V. & Schneider, J. W. (2012): A snapshot of an Early Permian ecosystem preserved by explosive volcanism: new results from the petrified forest of Chemnitz, Germany. – *Palaios*, 27: 814–834.
- Rößler, R.; Merbitz, M.; Annacker, V.; Luthardt, L.; Noll, R.; Neregato, R. & Rohn, R. (2014): The root systems of Permian arborescent sphenopsids: evidence from the Northern and Southern hemispheres. – *Palaeontographica B*, 291 (4–6): 65–107.
- Rößler, R. & Zierold, T. (2017): Die paläontologische Sammlung des Museums für Naturkunde Chemnitz – eine Zeitreise zu den Wurzeln der Paläobotanik. – *Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz*, 40: 5–30.
- Spindler, F.; Werneburg, R.; Schneider, J. W.; Luthardt, L.; Annacker, V. & Rößler, R. (2018): First arboreal ‘pelycosaurs’ (Synapsida: Varanopidae) from the early Permian Chemnitz Fossil Lagerstätte, SE-Germany. – *Paläontologische Zeitschrift*, 92 (2).